

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年8月5日 (05.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/066011 A1

(51) 国際特許分類: G02B 15/16, 13/18

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015942

(22) 国際出願日: 2003年12月12日 (12.12.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2003-9719 2003年1月17日 (17.01.2003) JP  
特願2003-160877 2003年6月5日 (05.06.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 南條 雄介 (NANJO, Yusuke) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区

北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).  
有田 信一 (ARITA, Shinichi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

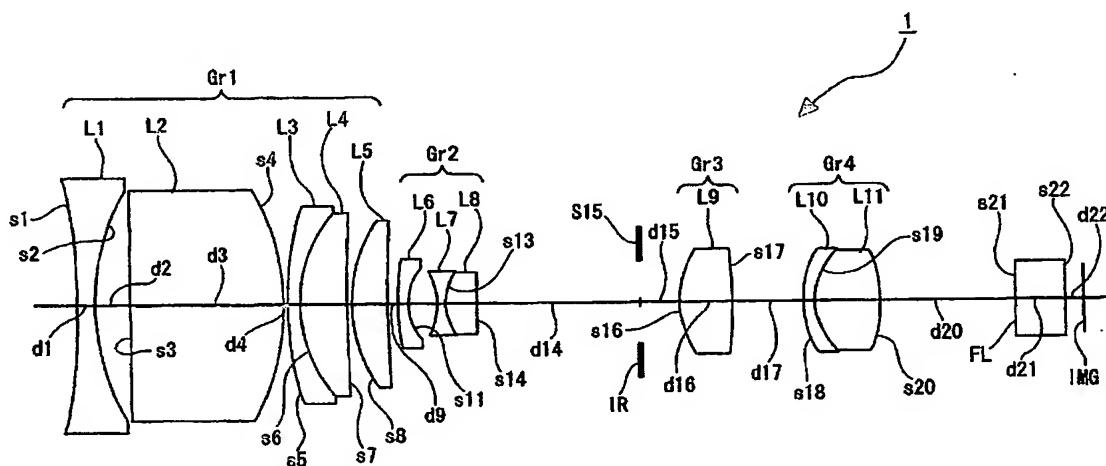
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ZOOM LENS AND IMAGE PICKUP APPARATUS

(54) 発明の名称: ズームレンズ及び撮像装置



(57) Abstract: A zoom lens comprising a first lens group having a positive refracting power, a second lens group having a negative refracting power, a third lens group having a positive refracting power, and a fourth lens group having a positive refracting power arranged sequentially from the object side, wherein the first and third lens groups are fixed, the second lens group is moved in the direction of the optical axis principally for the purpose of varying magnification and the fourth lens group is moved in the direction of the optical axis for the purpose of correcting variation in the image position and focusing, characterized in that the first lens group consists of five lenses arranged sequentially from the object side, i.e. a concave lens, a convex lens directing the strong convex face toward the image side, a cemented lens of a concave lens directing the strong concave face toward the image side and a convex lens, and a convex lens directing the strong convex face toward the image side, and satisfies following conditional expressions; (1)  $1.25 < h1-1/h1-4 < 1.55$ , (2)  $d1-2/d1-3 < 0.4$ , (3)  $1.65 < n1-2$  and (4)  $0.1 < H1' / f1 < 0.6$ .

[続葉有]



## (57) 要約:

物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、第1レンズ群と第3レンズ群は固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うズームレンズにおいて、上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構成され、以下の各条件式(1)、(2)、(3)および(4)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(1) \quad 1.25 < h_{1-1} / h_{1-4} < 1.55$$

$$(2) \quad d_{1-2} / d_{1-3} < 0.4$$

$$(3) \quad 1.65 < n_{1-2}$$

$$(4) \quad 0.1 < H_{1'} / f_1 < 0.6$$

## 明細書

## ズームレンズ及び撮像装置

## 5 技術分野

本発明は新規なズームレンズ、特に、ビデオカメラ用又はデジタルスチルカメラ用として好適なズームレンズ及びそれを用いる撮像装置に関する。詳しくは、広角ズームレンズを得るに当たり、従来技術によるズームレンズの物体側に極めて簡単な構成のレンズを付加的に追加して、

10 全系として収差補正のバランスを取ることによって、歪曲収差以外の諸収差が良好に補正されて、しかも、前玉径が極めて小型なズームレンズを提供すると共に、撮像素子から得られた映像信号を処理することによって、上記ズームレンズによる歪曲収差を補正して良好な画像を得る撮像装置を提供する技術に関する。

15

## 背景技術

主に民生用のビデオカメラに使用されるズームレンズは、物体側より順に、正、負、正、正の屈折力配置の4群構成で、第1レンズ群と第3レンズ群が固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行

20 い、第4レンズ群を光軸方向に移動させて像位置の変動の補正と合焦を行うようにした、いわゆる4群インナーフォーカスズーム方式が主流となっている。この方式に関するズームレンズの構成には、特開平3-33710号公報、特開平4-153615号公報に記載されたものなど種々の種類のものが提案されている。

25 これらのレンズ構成では、第1レンズ群と第2レンズ群のレンズ構成がよく似たレンズタイプをとるため、広角端における画面对角線の画角

はせいぜい60度程度であった。例えば、特開2000-28922号公報に記載されたものは、第1レンズ群の像側主点を第1レンズ群の最も像側の面に寄せることで、前玉径の小型化を試みているが、広角端の画角を60度以上に広角化することは達成できずに、広角化と前玉径の小型化は両立できていなかった。

十分な広角化を試みた例として、特開平3-33710号公報をもとにして、第1レンズ群を3枚構成から5枚構成に発展させた特開平5-72475号公報に記載されたものが知られている。

また、ズーミング（変倍）によって変動する歪曲収差を、撮像装置側で電氣的な信号処理技術によって補正することが提案されていて、特開平6-165024号公報などが知られている。

特開平5-72475号公報に記載されたズームレンズにあっては、特開平3-33710号公報に示されたレンズタイプを基本にして、その3枚構成の第1レンズ群の物体側に凹レンズと凸レンズを大きな空気間隔を空けて配置することで、ワイドコンバージョンレンズのようなアフォーカル系に近い構成を付加することで、第1レンズ群の第3レンズ以降への主光線の傾きを小さくして、諸収差の補正を可能にしている。

しかし、付加した2枚のレンズは、広角化で増大しやすい広角端の歪曲収差とメリディオナル像面湾曲をバランス良く補正するため、大きな空気間隔を空けて配置する必要があり、前玉径が大きくなることを避けられない。また、特開平3-33710号公報のレンズ構成を広角化するだけの目的で為された発明であるため、第1レンズ群乃至第4レンズ群のレンズ構成を厳密に規制することで成り立っていて、ズーム比、Fナンバーなどの仕様や、前玉径、全長、バックフォーカスなどに関し、使用目的に対して、常に最適なレンズ構成が得られるとは限らない。

本発明は、いわゆる４群インナーフォーカス方式ズームレンズの、種々のバリエーションに対して、第１レンズ群を特開平５－７２４７５号公報とは異なる５枚構成とすることで、広角端の画角が６０度以上の広角化が可能になると共に、前玉径の増大を極力抑えて、広角化と小型化を両立させ、第３レンズ群及び第４レンズ群に従来タイプの種々のバリエーションを適用することで、様々な仕様に最適な広角ズームレンズを提供することを課題とする。

また、広角化と前玉径の小型化を両立させることによって、必然的に補正が困難になる歪曲収差を、映像信号処理によって補正すると共に、歪曲収差補正後の画面から得られる広角端と望遠端の画角の比をズーム比と定義し直すことで、近軸焦点距離比（ズーム比の一般的な定義）を小さくして、さらなる小型化が可能になる。本発明は、広角端で負の歪曲収差、望遠端で正の歪曲収差を積極的に大きく発生させることにより、歪曲収差補正後の画角変化を、近軸焦点距離の変化に対して十分に大きくして、必要なズーム比に対して小型化が可能な撮像装置を提供することを課題とする。

#### 発明の開示

本発明ズームレンズは、上記した課題を解決するために、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群と、正の屈折力を有する第４レンズ群とから成り、第１レンズ群と第３レンズ群は固定で、第２レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第４レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うズームレンズにおいて、

上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構成され、

- 5             $f_1$             : 第1レンズ群の焦点距離  
               $h_{1-i}$  : 第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、物体側から第*i*面における近軸光線高  
               $d_{1-i}$  : 第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔  
               $n_{1-i}$  : 第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率  
 10            $H_1'$            : 第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側の主点までの間隔（-は物体側、+は像側）

として、

- (1)     $1.25 < h_{1-1} / h_{1-4} < 1.55$   
 (2)     $d_{1-2} / d_{1-3} < 0.4$   
 15    (3)     $1.65 < n_{1-2}$   
 (4)     $0.1 < H_1' / f_1 < 0.6$

上記の各条件式(1)、(2)、(3)および(4)を満足するようにしたものである。

- 従って、本発明ズームレンズにあっては、諸収差の補正が可能になる  
 20 と共に、広角化と前玉径の小型化が両立する。

- また、本発明撮像装置は、ズームレンズと、該ズームレンズによって取り込んだ画像を電氣的な画像信号に変換する撮像手段と、画像制御手段とを備え、上記画像制御手段は、上記ズームレンズによる変倍率に応じて予め用意されている変換座標係数を参照しながら、上記撮像手段によって形成された画像信号によって規定される画像上の点を移動させて  
 25 座標変換した新たな画像信号を形成し、該新たな画像信号を出力するよ

うに構成され、上記ズームレンズは、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、第1レンズ群と第3レンズ群は固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うように構成され、上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構成され、 $f_1$ ：第1レンズ群の焦点距離、 $h_{1-i}$ ：第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの物体側から第*i*面における近軸光線高、 $d_{1-i}$ ：第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔、 $n_{1-i}$ ：第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率、 $H_1'$ ：第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側までの主点の間隔（-は物体側、+は像側）として、(1)  $1.25 < h_{1-1}/h_{1-4} < 1.55$ 、(2)  $d_{1-2}/d_{1-3} < 0.4$ 、(3)  $1.65 < n_{1-2}$ 、(4)  $0.1 < H_1'/f_1 < 0.6$ の各条件式を満足するようにしたものである。

従って、本発明撮像装置にあっては、広角端で負の歪曲収差、望遠端で正の歪曲収差を積極的に大きく発生させることにより、歪曲収差補正後の画角変化を、近軸焦点距離の変化に対して十分に大きくして、必要なズーム比に対して小型化が可能になる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、第2図乃至第4図と共に本発明ズームレンズの第1の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

第2図は、広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

第3図は、広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

- 5 第4図は、望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

第5図は、第6図乃至第8図と共に本発明ズームレンズの第2の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

- 10 第6図は、広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

第7図は、広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

第8図は、望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

- 15 第9図は、第10図乃至第12図と共に本発明ズームレンズの第3の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

第10図は、広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

- 20 第11図は、広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

第12図は、望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

第13図は、第14図乃至第16図と共に本発明ズームレンズの第4の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

- 25 第14図は、広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。



第 1 5 図は、広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

第 1 6 図は、望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

- 5 第 1 7 図は、本発明撮像装置の実施の形態の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

- 以下に、本発明ズームレンズ及び撮像装置の実施の形態を添付図面を  
10 参照して説明する。なお、第 1 図乃至第 4 図は第 1 の実施の形態を示し、第 5 図乃至第 8 図は第 2 の実施の形態を示し、第 9 図乃至第 1 2 図は第 3 の実施の形態を示し、第 1 3 図乃至第 1 6 図は第 4 の実施の形態を示すものである。

- 第 1 乃至第 4 の実施の形態に係るズームレンズ 1、2、3、4 は、第  
15 1 図、第 5 図、第 9 図、第 1 3 図に示すように、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第 1 レンズ群  $G r 1$  と、負の屈折力を有し、主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能とされた第 2 レンズ群  $G r 2$  と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群  $G r 3$  と、正の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に  
20 に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第 4 レンズ群  $G r 4$  とから成る光学系を有する。

上記各ズームレンズ 1、2、3、4 は、第 3 レンズ群  $G r 3$  と第 4 群レンズ  $G r 4$  の構成に関する条件が異なり、第 1 レンズ群  $G r 1$  と第 2 レンズ群  $G r 2$  に関する条件は共通している。

- 25 ズームレンズ 1、2、3、4 において、第 1 レンズ群  $G r 1$  は物体側より順に配列された、凹レンズ  $L 1$ 、像側に強い凸面を向けた凸レンズ

L 2、像側に強い凹面を向けた凹レンズL 3と凸レンズL 4との接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズL 5の5枚のレンズで構成され、

$f_1$  : 第1レンズ群の焦点距離

5  $h_{1-i}$  : 第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、物体側から第*i*面における近軸光線高

$d_{1-i}$  : 第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔

$n_{1-i}$  : 第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率

10  $H_1'$  : 第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側の主点までの間隔（-は物体側、+は像側）

として、

$$(1) \quad 1.25 < h_{1-1} / h_{1-4} < 1.55$$

$$(2) \quad d_{1-2} / d_{1-3} < 0.4$$

$$(3) \quad 1.65 < n_{1-2}$$

15  $(4) \quad 0.1 < H_1' / f_1 < 0.6$

の各条件式(1)、(2)、(3)および(4)を満足するものである。

条件式(1)は、凹レンズL 1と凸レンズL 2によりアフォーカルに近い構成を成して、凹レンズL 3に入射する主光線の傾角を小さくして、凹レンズL 3以降のレンズ構成に従来例に近い構成を適用しても、十分

20 な収差補正を可能にするための条件を示すもので、下限を越えると凹レンズL 3に入射する主光線の傾角を十分に小さくすることが困難となり、また、上限を超えると凹レンズL 1から凸レンズL 2までの合成厚が厚くなって前玉径の大型化を招き、本発明の目的である前玉径の小型化を達成することが困難となる。

25 条件式(2)は、条件式(1)を満足しながら従来例よりも前玉径を小型化するための条件を示すもので、凹レンズL 1と凸レンズL 2の間

の空気間隔における主光線の傾角と、凸レンズL 2の中での主光線の傾角を比べると、凸レンズL 2の中を進むときの主光線の傾角の方が小さいので、条件式(1)で同じ結果を得るためには、上記空気間隔を狭くして、凸レンズL 2を厚くすることが、前玉径の小型化にとって有利となる。従って、上記空気間隔より凸レンズL 2の厚みを厚くすることが、本発明の目的を達成するための必要条件となる。この条件式の下限は、凹レンズL 1の最周辺を通る軸外光束から決まる有効径で、凹レンズL 1と凸レンズL 2が接するように構成できる値となる。

条件式(3)は、凸レンズL 2の中の主光線の傾角をさらに小さくして、前玉径を小型化するための条件を示すもので、下限を越えると条件式(1)を満足するための凸レンズL 2の厚みが厚くなって、その結果前玉径が大型化してしまう。

条件式(4)は、凹レンズL 1と凸レンズL 2によるほぼアフォーカルな構成を生かして、第1レンズ群Gr 1に広角化と前玉径の小型化を両立させるのに適した構成を与えるための条件を示すもので、第1レンズ群Gr 1の像側主点が、第1レンズ群Gr 1の最も像側の面より十分像側に生じるように各レンズの屈折力配置を規定することで、広角化と前玉径の小型化を両立させながら、十分な高変倍比を得ることが可能となる。

ズームレンズ1、2、3、4において第2レンズ群Gr 2は、物体側より順に配列された、像側に強い凹面を向けた凹メニスカスレンズL 6、両凹レンズL 7と凸レンズL 8との接合レンズの3枚のレンズで構成され、

$n_{2-1}$  : 第2レンズ群の凹メニスカスレンズのd線における屈折率

$n_{2-2}$  : 第2レンズ群の両凹レンズのd線における屈折率

として、

$$(5) \quad 1. \quad 8 < (n_2 - 1 + n_2 - 2) / 2$$

の条件式 (5) を満足するものである。

条件式 (5) は、像面湾曲の補正に必要なペッツバール和が小さくなりすぎるの防ぐためのものである。第 1 レンズ群  $G_r 1$  の構成は像側主点が像側に飛び出したいわゆるレトロフォーカスタイプのような構成になって、第 1 レンズ群  $G_r 1$  固有のペッツバール和がプラスで小さな値となり、それが全系のペッツバール和を小さくし過ぎる原因となるが、それは必然性のあることで避けることができない。全系のペッツバール和を適当な値にするには、第 2 レンズ群  $G_r 2$  の屈折力を弱くするか、又は、第 2 レンズ群  $G_r 2$  の凹レンズの屈折力を高くするという手段が考えられるが、第 2 レンズ群  $G_r 2$  の屈折力を弱くすると変倍に必要な第 2 レンズ群  $G_r 2$  の移動量が増加して大型化を招くため、第 2 レンズ群  $G_r 2$  の凹メニスカスレンズ  $L_6$  と両凹レンズ  $L_7$  の屈折力の平均値を条件式 (5) の範囲内のものにして、像面湾曲の補正を容易にする必要がある。

ズームレンズ 1、2、3、4 は、第 3 レンズ群  $G_r 3$  と第 4 群レンズ  $G_r 4$  の構成に関する条件をそれぞれ異にする。

第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の構成に関し、第 1 の実施の形態にかかるズームレンズ 1 は次のような構成を有する。

第 1 図から分かるように、第 3 レンズ群  $G_r 3$  は凸単レンズ  $L_9$  から成り少なくとも 1 の面が非球面で構成され、第 4 レンズ群  $G_r 4$  は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ  $L_{10}$  と像側の面が非球面である両凸レンズ  $L_{11}$  との接合レンズから成り、

25  $f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第 4 レンズ群の焦点距離

$r_{3-2}$  : 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

$r_{4-1}$  : 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

$r_{4-2}$  : 第4レンズ群の接合面の曲率半径

5  $r_{4-3}$  : 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

として、

$$(6) \quad -0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$$

$$(7) \quad -1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$$

$$(8) \quad 0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$$

10 の各条件式(6)、(7)及び(8)を満足するものである。

条件式(6)は第3レンズ群G<sub>r3</sub>の非球面凸単レンズL<sub>9</sub>の形状を規定するもので、非球面成形時の偏心や第3レンズ群G<sub>r3</sub>と第4レンズ群G<sub>r4</sub>との間の相対的な偏心に関する敏感度に関する条件を規定するものである。非球面レンズの両面の心ずれ精度は、モールド型の心ずれ精度で決まってしまうが、例えば、ガラスモールド型では10 μm程度の心ずれが生じることがあり得る。また、レンズ鏡筒に組み立てたときに、第3レンズ群G<sub>r3</sub>と第4レンズ群G<sub>r4</sub>との間の相対的な偏心が20 μm程度生じることがあり得る。そのような誤差があったときでも、製品の画質が設計性能を十分に再現できるようにするために、各面間の偏心が画質に及ぼす敏感度を緩くするように設計することが求められる。上限を超えると、各面間の偏心が画質に及ぼす敏感度が高くなって、成形や組立に要求される精度が工程能力を超えてしまい、安定した性能で量産することが困難となる。下限を越えると、球面収差と像面湾曲をバランス良く補正することが困難となる。

25 条件式(7)は、第4レンズ群G<sub>r4</sub>の偏心敏感度に関するもので、下限を越えると第4レンズ群G<sub>r4</sub>の正の屈折力が凹メニスカスレンズ

L 1 0 の物体側の面（曲率半径は  $r_{4-1}$ ）に集中して、この面の偏心及び倒れによる収差の劣化が顕著になって、量産において設計性能を安定して再現することが困難になる。第 4 レンズ群  $G_{r 4}$  に偏心及び倒れの誤差が生じて、第 4 レンズ群  $G_{r 4}$  の正の屈折力を凹メニスカスレンズ L 1 0 の物体側の面と両凸レンズ 1 1 の像側の面（曲率半径は  $r_{4-3}$ ）とに適度に分散させることで、収差を劣化させる敏感度も分散させることが可能となる。しかし、上限を越えると、両凸レンズ L 1 1 の像側の面から発生する球面収差が大きくなって補正が困難になる。

条件式（8）は、コマ収差と像面湾曲の補正に関するもので、負の屈折力を持つ凹メニスカスレンズ L 1 0 と両凸レンズ L 1 1 との接合面の曲率半径  $r_{4-2}$  が条件式（7）を満足した状態で、凹メニスカスレンズ L 1 0 と両凸レンズ L 1 1 の硝材を決めようとする、色収差補正の条件から、あまり大きな設計の自由度は得られないが、上記接合面の形状がコマ収差と像面湾曲の補正に関して支配的な働きをするので、条件式（7）と（8）を満たすように硝材を選択することが必要となる。上限を越えると、凹メニスカスレンズ L 1 0 と両凸レンズ L 1 1 の屈折率の差を大きく取っても、両レンズ（凹メニスカスレンズ L 1 0、両凸レンズ L 1 1）の接合面の負の屈折力が小さくなりすぎて、内向きのコマ収差とアンダー側に倒れる像面湾曲の補正が困難となる。下限を越えると、軸外光束の上光線側で  $g$  線が外側に跳ね上げられる色のコマ収差が顕著になって補正が困難になる。

第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の構成に関し、第 2 の実施の形態にかかるズームレンズ 2 は次のような構成を有する。

第 5 図から分かるように ズームレンズ 2 において、第 3 レンズ群  $G_{r 3}$  は物体側より順に配列された、凸レンズ  $G_9$ 、物体側に強い凸面を向けた凸レンズ  $G_{10}$  と像側に強い凹面を向けた凹レンズ  $G_{11}$  との接

合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群G r 4は凸単レンズG 1 2から成り少なくとも1の面が非球面であり、

h 3 - i : 広角端において第1レンズ群G r 1に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、第3レンズ群G r 3の物体側からi番目の面における近軸光線高

f 3 : 第3レンズ群G r 3の焦点距離

f 3 - 1 : 第3レンズ群G r 3の凸単レンズの焦点距離

として、

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(10) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1$$

の各条件式(9)及び(10)を満足するものである。

条件式(9)は、第4レンズ群G r 4の焦点距離を短縮することによって全長を短縮するための条件を示すものであり、上限を越えると十分な全長の短縮効果が得られない。下限を越えるとペッツバル和が小さくなりすぎて像面湾曲の補正が困難になる。

条件式(10)は、第3レンズ群G r 3の第1レンズである凸レンズG 9の偏心敏感度に関するものであり、条件式(9)を満足するように第3レンズ群G r 3の各面の屈折力配置を決めるとき、正の屈折力が凸レンズG 9に集中しすぎると、凸レンズG 9に偏心又は倒れの誤差が生じたとき、収差劣化が顕著になって、量産における安定した性能維持が困難となるので、上限を越えないようにして正の屈折力を第3レンズ群G r 3の第2レンズである凸レンズG 1 0にも分担させることが重要である。下限を越えると、条件式(9)を満たすためには第3レンズ群G r 3の接合レンズを構成している凸レンズG 1 0と凹レンズG 1 1の合成厚を厚くする必要が生じ、バックフォーカスを短縮できても、全長の

短縮にはならなくなって、本発明の目的である小型化を達成することができない。

第3レンズ群G<sub>r3</sub>と第4レンズ群G<sub>r4</sub>の構成に関し、第3の実施の形態にかかるズームレンズ3は次のような構成を有する。

- 5 第9図で分かるように、第3レンズ群G<sub>r3</sub>は凸単レンズL<sub>9</sub>から成り少なくとも1の面が非球面で構成され、第4レンズ群G<sub>r4</sub>は、物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズL<sub>10</sub>と凹レンズL<sub>11</sub>と凸レンズL<sub>12</sub>との接合レンズで構成され、さらに少なくとも最も物体側の面を非球面とし、

10  $n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第4レンズ群の焦点距離として、

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(12) \quad 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$$

- 15 の各条件式(11)、(12)を満足するものである。

上記条件式(11)は、第4レンズ群G<sub>r4</sub>の凹レンズL<sub>11</sub>の硝材を規定するもので、屈折率を高くすることで、凸レンズL<sub>10</sub>、凸レンズL<sub>12</sub>との接合面の曲率を緩くして、第4レンズ群G<sub>r4</sub>が移動することによる色収差及び球面収差の色による曲がりの変動を抑えると共に、  
20 ペッツバル和をプラス側に補正する働きがあり、像面湾曲の補正に有利となる。

- 条件式(12)は、第3レンズ群G<sub>r3</sub>と第4レンズ群G<sub>r4</sub>の焦点距離に関するものであり、下限を越えると球面収差の変動を抑えることが困難になったり、第4レンズ群G<sub>r4</sub>の移動量が大きくなって全長が大きくなったりする。上限を超えると第4レンズ群G<sub>r4</sub>の製造誤差による収差の劣化が大きくなり、好ましくない。
- 25



第3レンズ群G r 3と第4レンズ群G r 4の構成に関し、第4の実施の形態にかかるズームレンズ4は次のような構成を有する。

第13図から分かるように、ズームレンズ4において、第3レンズ群G r 3は物体側より順に配列された、凸レンズL 9、物体側に強い凸面を向けた凸レンズL 10と像側に強い凹面を向けた凹レンズL 11との接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群G r 4は両凸レンズL 12と像側に凸面を向けた凹レンズL 13との接合レンズによって構成され、少なくとも1の面が非球面であり、

h 3 - i : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第3レンズ群の物体側から i 番目の面における近軸光線高

f 3 : 第3レンズ群の焦点距離

f 3 - 1 : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

n 4 - 2 : 第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率として、

(9)  $0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$

(11)  $n_{4-2} > 1.8$

(13)  $0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$

の各条件式(9)、(11)、(13)を満足するものである。

上記条件式(9)は、第4レンズ群G r 4の焦点距離を短縮することによって全長を短縮するための条件を示すものであり、上限を超えると十分な全長の短縮効果が得られない。下限を越えるとペッツバル和が小さくなりすぎて像面湾曲の補正が困難になる。

条件式(11)は、第4レンズ群G r 4の凹レンズL 13の硝材を規定するもので、屈折率を高くすることで両凸レンズL 12との接合面の曲率を緩くして、第4レンズ群G r 4が移動することによる色収差及び

球面収差の色による曲がりの変動を抑えると共に、ペッツバル和をプラス側に補正する働きがあり、像面湾曲の補正に有利となる。

条件式(13)は、第3レンズ群G<sub>r3</sub>の第1レンズである凸レンズL<sub>9</sub>の偏心敏感度に関するものであり、条件式(9)を満足するように第3レンズ群G<sub>r3</sub>の各面の屈折力配置を決めるとき、正の屈折力が凸レンズL<sub>9</sub>に集中しすぎると、凸レンズL<sub>9</sub>に偏心又は軸倒れ等の誤差が生じたとき、収差の劣化が顕著になって、量産における安定した性能の維持が困難となるので、上限を越えないようにして正の屈折力を第3レンズ群G<sub>r3</sub>の第2レンズである凸レンズL<sub>10</sub>にも分担させることが重要である。下限を越えると、条件式(9)を満たすためには第3レンズ群G<sub>r3</sub>の接合レンズを構成している凸レンズL<sub>10</sub>と凹レンズL<sub>11</sub>の合成厚を厚くする必要が生じ、バックフォーカスを短縮できても、全長の短縮にはならなくなって、本発明の目的である小型化を達成することが出来ない。

第17図は本発明にかかる撮像装置100の構成例を示すブロック図である。第17図において、101はフォーカスレンズ101aやバリエータレンズ101bを備えたズーム可能な撮影レンズ、102はCCDなどの撮像素子、103は画像の歪曲を補正するなど各種動作の制御を行う画像制御回路、104は撮像素子102から得られる画像データを記憶する第1の画像メモリ、105は歪曲を補正した画像データを記憶する第2の画像メモリである。106は撮影レンズ101の歪曲収差情報を記憶するデータテーブル、107は撮影者のズームの指示を電気信号に変換するズームスイッチである。

なお、上記撮影レンズ101に、例えば、上記各実施の形態にかかるズームレンズ1、2、3又は4を適用した場合、フォーカスレンズ10

1 aは第4レンズ群Gr 4に相当し、バリエータレンズ1 0 1 bは第2レンズ群Gr 2に相当する。

撮影レンズ1 0 1の歪曲収差に関し、第2図乃至第4図、第6図乃至第8図、第1 0図乃至第1 2図及び第1 4図乃至第1 6図に示すとおり、  
5   ズームングによって歪曲収差曲線が変化する。従って、歪曲収差の変化はバリエータレンズ1 0 1 bの位置に依存する。そこで、データテーブル1 0 6には、バリエータレンズ1 0 1 bのある位置における第1の画像メモリ1 0 4と第2の画像メモリ1 0 5の二次元的な位置情報を関連づける変換座標係数が記憶されており、また、バリエータレンズ1 0 1  
10   bの位置は広角端から望遠端まで多くの位置に区切られて、各々の位置に対応した変換座標係数がデータテーブル1 0 6に記憶されている。

撮影者がズームスイッチ1 0 7を操作して、バリエータレンズ1 0 1 bの位置を移動させると、画像制御回路1 0 3は、フォーカスレンズ1 0 1 aを移動させてフォーカスがボケないように制御すると共に、バリエータレンズ1 0 1 bの位置に対応する変換座標係数をデータテーブル1 0 6から受け取る。なお、バリエータレンズ1 0 1 b位置が予め区切られたいずれかの位置に一致していないときは、その近傍の位置の変換座標係数から補間などの処理により、適切な変換座標係数を得る。変換座標係数は二次元的に離散的に配置された画像上の点の位置を移動させるための係数であるが、離散的に配置された点と点との間の画像に関しては、補間などの処理によって移動すべき位置を求める。画像制御回路1 0 3は、撮像素子1 0 2から得られた第1の画像メモリ1 0 4の情報を、この変換座標係数に基づいて垂直及び水平の画像移動処理を行うことによって歪曲を補正し、該歪曲を補正した画像情報を第2の画像メモリ1 0 5に作成し、該第2の画像メモリ1 0 5に作成された画像情報  
25   に基づく信号を映像信号として出力する。

次に、上記各実施の形態にかかるズームレンズ 1、2、3 及び 4 の数値実施例について説明する。

5    なお、上記ズームレンズ 1、2 及び 4 において、第 3 レンズ群 Gr 3 の直前に固定された絞り IR が位置され、また、第 4 レンズ群 Gr 4 と像面 IMG との間にフィルタ FL が介挿されている。ズームレンズ 3 にあっては、第 3 レンズ群 Gr 3 の直後に固定された絞り IR が位置され、第 4 レンズ群 Gr 4 と像面 IMG との間にフィルタ FL が介挿されている。

10    以下の説明において、「s i」は物体側から数えて i 番目の面を、「r i」は物体側から数えて i 番目の面「s i」の曲率半径を、「d i」は物体側から数えて i 番目の面「s i」と i + 1 番目の面「s i + 1」との軸上間隔を、「n i」は第 i レンズ「L i」又は「G i」を構成する材質の d 線（波長 587.6 nm）における屈折率を、「v i」は第 i レンズ「L i」又は「G i」を構成する材質の d 線におけるアッベ数を、  
15    「n FL」はフィルタ F を構成する材質の d 線における屈折率を、「v FL」はフィルタ FL を構成する材質の d 線におけるアッベ数を、「F no」は開放 F 値（F ナンバー）を、「ω」は半画角を、それぞれ示す。

20    また、非球面形状は、「x i」を非球面の深さ、「H」を光軸からの高さとする、次式（数 1）によって定義されるものとする。

（数 1）

$$xi = \frac{H^2}{ri \left[ 1 + \sqrt{1 - \frac{H^2}{ri^2}} \right]} + \sum A_j H^j$$

表 1 に第 1 の実施の形態にかかるズームレンズ 1 の数値実施例における各値を示す。

表 1

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=-20.136	d 1=0.313	n 1=1.88300	v 1=40.8
s 2	r 2=6.978	d 2=0.587		
s 3	r 3= $\infty$	d 3=2.577	n 2=1.83481	v 2=42.7
s 4	r 4=-6.794	d 4=0.078		
s 5	r 5=9.228	d 5=0.215	n 3=1.92286	v 3=20.9
s 6	r 6=3.996	d 6=0.785	n 4=1.51680	v 4=64.2
s 7	r 7=59.327	d 7=0.078		
s 8	r 8=3.907	d 8=0.625	n 5=1.83481	v 5=42.7
s 9	r 9=68.355	d 9=variable		
s 10	r 10=8.681	d 10=0.176	n 6=1.88300	v 6=40.8
s 11	r 11=1.765	d 11=0.489		
s 12	r 12=-1.856	d 12=0.156	n 7=1.88300	v 7=40.8
s 13	r 13=1.728	d 13=0.479	n 8=1.92286	v 8=20.9
s 14	r 14=-9.711	d 14=variable		
s 15	r 15= $\infty$ (絞り)	d 15=0.692		
s 16	r 16=2.762	d 16=0.794	n 9=1.51680	v 9=64.2
s 17	r 17=-21.701	d 17=variable		
s 18	r 18=2.823	d 18=0.156	n 10=1.92286	v 10=20.9
s 19	r 19=1.698	d 19=1.110	n 11=1.51680	v 11=64.2
s 20	r 20=-3.111	d 20=variable		
s 21	r 21= $\infty$ (711 $\mu$ m)	d 21=0.809	n FL=1.51680	v FL=64.2
s 22	r 22= $\infty$ (711 $\mu$ m)	d 22=0.313 (Back Focus)		

第3レンズ群Gr3の凸単レンズL9の両面s16、s17及び第4レンズ群Gr4の両凸レンズL11の像側の面s20は非球面に形成されている。そこで、表2に上記各面s16、s17及びs20の4次、6次、8次の非球面係数A4、A6、A8を示す。

5 表2

非球面係数	A4	A6	A8
s16	$-0.7793 \times 10^{-2}$	$-0.8078 \times 10^{-2}$	$-0.8211 \times 10^{-3}$
s17	$+0.6459 \times 10^{-2}$	$-0.8733 \times 10^{-2}$	$-0.8647 \times 10^{-3}$
s20	$+0.1245 \times 10^{-1}$	$+0.8698 \times 10^{-3}$	$-0.8647 \times 10^{-3}$

ズームレンズ1において軸上間隔d9、d14、d17、d20はズームリングによって変化する。そこで、広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、FナンバーFno、画角(2ω)、軸上間隔d9、  
10 d14、d17、d20を表3に示す。

表3

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	1.00	3.42	5.40
Fno	1.85	2.20	2.54
画角(2ω)	78.0	22.6	14.28
d9	0.156	2.108	2.677
d14	2.780	0.829	0.260
d17	1.250	0.597	0.898
d20	2.231	2.884	2.583

第2図乃至第4図に上記数値実施例におけるズームレンズ1の球面収差、歪曲収差及び非点収差を示す。なお、球面収差図において、実線はe線、破線はg線（波長435.8nm）、一点鎖線はC線（波長656.3nm）の値をそれぞれ示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面歪曲、破線はメリディオナル像面歪曲の値をそれぞれ示すものである。

次に、ズームレンズ1の上記数値実施例における各条件式（1）乃至（8）の値を以下に示す。

- (1)  $h_{1-1} / h_{1-4} = 1.3485$
- 10 (2)  $d_{1-2} / d_{1-3} = 0.228$
- (3)  $n_{1-2} = 1.83481$
- (4)  $H_{1'} / f_1 = 0.2477$ 、 $f_1 = 3.953$
- (5)  $(n_{2-1} + n_{2-2}) / 2 = 1.88300$
- (6)  $f_3 / r_{3-2} = -0.221$ 、 $f_3 = 4.794$
- 15 (7)  $r_{4+1} / r_{4-3} = -0.9076$
- (8)  $r_{4-2} / f_4 = 0.4151$ 、 $f_4 = 4.091$

表4に第2の実施の形態にかかるズームレンズ2の数値実施例における各値を示す。

表 4

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1 = -14.698	d 1 = 0.333	n 1 = 1.88300	v 1 = 40.8
s 2	r 2 = 6.801	d 2 = 0.561		
s 3	r 3 = $\infty$	d 3 = 3.149	n 2 = 1.85000	v 2 = 43.0
s 4	r 4 = -6.319	d 4 = 0.078		
s 5	r 5 = -71.436	d 5 = 0.254	n 3 = 1.92286	v 3 = 20.9
s 6	r 6 = 8.047	d 6 = 0.781	n 4 = 1.69680	v 4 = 55.5
s 7	r 7 = -11.279	d 7 = 0.078		
s 8	r 8 = 3.875	d 8 = 0.679	n 5 = 1.77250	v 5 = 49.6
s 9	r 9 = 18.782	d 9 = variable		
s 10	d 10 = 10.076	d 10 = 0.176	n 6 = 1.88300	v 6 = 40.8
s 11	r 11 = 1.918	d 11 = 0.500		
s 12	r 12 = -2.091	d 12 = 0.156	n 7 = 1.88300	v 7 = 40.8
s 13	r 13 = 1.666	d 13 = 0.490	n 8 = 1.92286	v 8 = 20.9
s 14	r 14 = -12.657	d 14 = variable		
s 15	r 15 = $\infty$ (絞り)	d 15 = 0.589		
s 16	r 16 = 3.728	d 16 = 0.693	n 9 = 1.77310	v 9 = 47.2
s 17	r 17 = -9.413	d 17 = 0.078		
s 18	r 18 = 2.116	d 18 = 1.747	n 10 = 1.51680	v 10 = 64.2
s 19	r 19 = -3.404	d 19 = 0.157	n 11 = 1.92286	v 11 = 20.9
s 20	r 20 = 2.019	d 20 = variable		
s 21	R21 = 1.829	d 21 = 0.753	n 12 = 1.58313	v 12 = 59.5
s 22	r 22 = -4.055	d 22 = variable		
s 23	r 23 = $\infty$ (フィラ)	d 23 = 0.810	n FL = 1.51680	v FL = 64.2
s 24	r 24 = $\infty$ (フィラ)	d 24 = 0.313 (Back Focus)		



第3レンズ群G r 3の凸レンズG 9の物体側の面s 1 6、第4レンズ群G r 4の凸単レンズG 1 2の両面s 2 1、s 2 2は非球面に形成されている。そこで、表5に上記各面s 1 6、s 2 1及びs 2 2の4次、6次、8次の非球面係数A 4、A 6、A 8を示す。

5 表5

非球面係数	A 4	A 6	A 8
s 1 6	$-0.4018 \times 10^{-2}$	$+0.6566 \times 10^{-3}$	$-0.9748 \times 10^{-4}$
s 2 1	$-0.3153 \times 10^{-1}$	0	0
s 2 2	$+0.2686 \times 10^{-1}$	0	$+0.2388 \times 10^{-2}$

ズームレンズ2において軸上間隔d 9、d 1 4、d 2 0、d 2 2はズームリングによって変化する。そこで、広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、FナンバーF n o、画角(2 ω)、軸上間隔d 9、  
10 d 1 4、d 2 0、d 2 2を表6に示す。

表6

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	1.00	2.89	5.32
F n o	1.85	2.21	2.70
画角(2 ω)	78.4	26.4	14.12
d 9	0.176	1.969	2.745
d 1 4	2.899	1.107	0.380
d 2 0	0.840	0.350	0.841
d 2 2	0.634	1.124	0.634

第6図乃至第8図に上記数値実施例におけるズームレンズ2の球面収差、歪曲収差及び非点収差を示す。なお、球面収差図において、実線はe線、破線はg線（波長435.8nm）、一点鎖線はC線（波長656.3nm）の値をそれぞれ示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面歪曲、破線はメリディオナル像面歪曲の値をそれぞれ示すものである。

次に、ズームレンズ2の上記数値実施例における各条件式（1）乃至（5）、（9）および（10）の値を以下に示す。

- (1)  $h_{1-1} / h_{1-4} = 1.4461$
- 10 (2)  $d_{1-2} / d_{1-3} = 0.178$
- (3)  $n_{1-2} = 1.83500$
- (4)  $H_{1'} / f_1 = 0.3488$ 、 $f_1 = 3.705$
- (5)  $(n_{2-1} + n_{2-2}) / 2 = 1.88300$
- (9)  $h_{3-5} / h_{3-1} = 0.533$
- 15 (10)  $f_3 / f_{3-1} = 0.843$ 、 $f_3 = 2.981$

表7に第3の実施の形態にかかるズームレンズ3の数値実施例における各値を示す。

表 7

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1 = -28.4470	d 1 = 0.8	n 1 = 1.88300	v 1 = 40.8
s 2	r 2 = 23.1427	d 2 = 1.6311		
s 3	r 3 = $\infty$	d 3 = 7.1580	n 2 = 1.83481	v 2 = 42.7
s 4	r 4 = -16.6167	d 4 = 0.3103		
s 5	r 5 = 22.9139	d 5 = 0.6	n 3 = 1.84666	v 3 = 23.8
s 6	r 6 = 11.9511	d 6 = 1.9324	n 4 = 1.58913	v 4 = 61.2
s 7	r 7 = 35.9589	d 7 = 0.1		
s 8	r 8 = 11.7395	d 8 = 1.9198	n 5 = 1.69350	v 5 = 53.3
s 9	r 9 = 79.5152	d 9 = variable		
s 10	r 10 = 9.8681	d 10 = 0.6	n 6 = 1.88300	v 6 = 40.8
s 11	r 11 = 4.0479	d 11 = 1.7056		
s 12	r 12 = -4.6659	d 12 = 0.6353	n 7 = 1.77250	v 7 = 49.6
s 13	r 13 = 4.4788	d 13 = 1.1190	n 8 = 1.84666	v 8 = 23.8
s 14	r 14 = 741.4375	d 14 = variable		
s 15	r 15 = 7.8454	d 15 = 1.3359	n 9 = 1.58313	v 9 = 59.5
s 16	r 16 = -78.4964	d 16 = 1.0464		
s 17	r 17 = $\infty$ (絞り)	d 17 = variable		
s 18	r 18 = 8.6702	d 18 = 0.7772	n 10 = 1.58313	v 10 = 59.5
s 19	r 19 = $\infty$	d 19 = 0.55	n 11 = 1.84666	v 11 = 23.8
s 20	r 20 = 6.1465	d 20 = 1.6626	n 12 = 1.69680	v 12 = 55.5
s 21	r 21 = -7.7211	d 21 = variable		
s 22	r 22 = $\infty$ (フィルタ)	d 22 = 0.81	n FL = 1.51680	v FL = 64.2
s 23	r 23 = $\infty$ (フィルタ)	d 23 = 0.3 (Back Focus)		

第1レンズ群G r 1の凸レンズL 5の物体側の面s 8、第3レンズ群G r 3の凸単レンズL 9の物体側の面s 15及び第4レンズ群G r 4の凸レンズL 10の物体側の面s 18は非球面に形成されている。そこで、

表 8 に上記各面 s 8、s 15 及び s 18 の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数 A 4、A 6、A 8、A 10 を示す。

表 8

非球面係数	A 4	A 6	A 8	A 10
s 8	$-0.54 \times 10^{-5}$	$0.18 \times 10^{-6}$	$-0.62 \times 10^{-8}$	$0.12 \times 10^{-9}$
s 15	$-0.33 \times 10^{-8}$	$-0.68 \times 10^{-4}$	$0.86 \times 10^{-5}$	$-0.48 \times 10^{-6}$
s 18	$-0.15 \times 10^{-2}$	$0.37 \times 10^{-4}$	$-0.82 \times 10^{-5}$	$0.58 \times 10^{-6}$

- 5     ズームレンズ 3 において軸上間隔 d 9、d 14、d 17、d 21 はズームリングによって変化する。そこで、広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、F ナンバー F n o、画角 ( $2\omega$ )、軸上間隔 d 9、d 14、d 17、d 21 を表 9 に示す。

表 9

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	1.66	5.24	16.57
F n o	1.75	1.93	2.07
画角 ( $2\omega$ )	76.2	24.2	7.7
d 9	0.6695	7.2471	11.3733
d 14	11.5083	4.9262	0.8
d 17	3.6681	1.9519	1.4864
d 21	4.8648	6.5809	7.0464

第 10 図乃至第 12 図に上記数値実施例におけるズームレンズ 3 の球面収差、歪曲収差及び非点収差を示す。なお、球面収差図において、実線は e 線、破線は g 線（波長 435.8 nm）、一点鎖線は C 線（波長

656.3 nm) の値をそれぞれ示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面歪曲、破線はメリディオナル像面歪曲の値をそれぞれ示すものである。

- 次に、ズームレンズ3の上記数値実施例における各条件式(1)乃至
- 5 (5)、(11)及び(12)の値を以下に示す。
- (1)  $h_{1-1}/h_{1-4}=1.400$
- (2)  $d_{1-2}/d_{1-3}=0.228$
- (3)  $n_{1-2}=1.835$
- (4)  $H_{1'}/f_1=0.265$
- 10 (5)  $(n_{2-1}+n_{2-2})/2=1.828$
- (11)  $n_{4-2}=1.847$
- (12)  $f_3/f_4=0.65$

表10に第4の実施の形態にかかるズームレンズ4の数値実施例における各値を示す。

表 1 0

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1 = -134.7480	d 1 = 0.9	n 1 = 1.88300	v 1 = 40.8
s 2	r 2 = 14.0169	d 2 = 2.8277		
s 3	r 3 = $\infty$	d 3 = 7.2	n 2 = 1.83481	v 2 = 42.7
s 4	r 4 = -21.7936	d 4 = 0.3		
s 5	r 5 = 31.7581	d 5 = 0.9	n 3 = 1.84666	v 3 = 23.8
s 6	r 6 = 12.3060	d 6 = 2.85	n 4 = 1.69680	v 4 = 55.5
s 7	r 7 = 35	d 7 = 0.3		
s 8	r 8 = 14.4794	d 8 = 2.4486	n 5 = 1.80420	v 5 = 46.5
s 9	r 9 = -153.0462	d 9 = variable		
s 10	r 10 = -72.8852	d 10 = 0.7	n 6 = 1.834	v 6 = 37.3
s 11	r 11 = 4.6392	d 11 = 1.5177		
s 12	r 12 = -6.4592	d 12 = 0.4	n 7 = 1.77250	v 7 = 49.6
s 13	r 13 = 4.3151	d 13 = 1.4199	n 8 = 1.84666	v 8 = 23.8
s 14	r 14 = -36.2647	d 14 = variable		
s 15	r 15 = $\infty$ (絞り)	d 15 = 1.0326		
s 16	r 16 = 9.6975	d 16 = 1.2318	n 9 = 1.80610	v 9 = 40.7
s 17	r 17 = -991.6604	d 17 = 0.2855		
s 18	r 18 = 9.2949	d 18 = 2.5216	n 10 = 1.58144	v 10 = 40.9
s 19	r 19 = -75.9863	d 19 = 0.7988	n 11 = 1.84666	v 11 = 23.8
s 20	r 20 = 7.4277	d 20 = variable		
s 21	r 21 = 10.7553	d 21 = 2.1939	n 12 = 1.58913	v 12 = 61.2
s 22	r 22 = -4.8461	d 22 = 0.7	n 13 = 1.80518	v 13 = 25.5
s 23	r 23 = -7.8609	d 23 = variable		
s 24	r 24 = $\infty$ (フィルタ)	d 24 = 0.81	n FL = 1.51680	v FL = 64.2
s 25	r 25 = $\infty$ (フィルタ)	d 25 = 0.3 (Back Focus)		

第3レンズ群G r 3の凸レンズL 9の像側の面s 1 7、第4レンズ群G r 4の両凸レンズL 1 2の物体側の面s 2 1は非球面に形成されている

る。そこで、表 1 1 に上記各面 s 1 7 及び s 2 1 の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数 A 4、A 6、A 8、A 1 0 を示す。

表 1 1

非球面係数	A 4	A 6	A 8	A 10
s 1 7	$0.17 \times 10^{-3}$	$0.44 \times 10^{-5}$	$-0.25 \times 10^{-6}$	$0.51 \times 10^{-8}$
s 2 1	$-0.60 \times 10^{-8}$	$-0.29 \times 10^{-5}$	$0.98 \times 10^{-6}$	$-0.48 \times 10^{-7}$

- 5      ズームレンズ 4 において、軸上間隔 d 9、d 1 4、d 2 0、d 2 3 はズームングによって変化する。そこで、広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、F ナンバー F n o、画角 ( $2\omega$ )、軸上間隔 d 9、d 1 4、d 2 0、d 2 3 を表 1 2 に示す。

表 1 2

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	2.31	7.23	22.61
F n o	1.78	2.14	2.86
画角 ( $2\omega$ )	78.0	25.0	8.4
d 9	0.8719	7.3280	11.4029
d 1 4	11.8310	5.3749	1.3
d 2 0	5.5386	2.3561	1.2019
d 2 3	7.5197	10.7022	11.8565

第 1 4 図乃至第 1 6 図に上記数値実施例におけるズームレンズ 4 の球面収差、歪曲収差及び非点収差を示す。なお、球面収差図において、実線は e 線、破線は g 線（波長 4 3 5 . 8 nm）、一点鎖線は C 線（波長 6 5 6 . 3 nm）の値をそれぞれ示すものであり、非点収差図において、

実線はサジタル像面歪曲、破線はメリディオナル像面歪曲の値をそれぞれ示すものである。

次に、ズームレンズ4の上記数値実施例における各条件式(1)乃至(5)、(9)、(11)及び(13)の値を以下に示す。

- 5        (1)     $h_{f-1}/h_{f-4}=1.400$   
          (2)     $d_{1-2}/d_{1-3}=0.393$   
          (3)     $n_{1-2}=1.835$   
          (4)     $H_{1'}/f_1=0.277$   
          (5)     $(n_{2-1}+n_{2-2})/2=1.803$   
10        (9)     $h_{3-5}/h_{3-1}=0.771$   
          (11)  $n_{4-2}=1.805$   
          (13)  $f_3/f_{3-1}=1.261$

なお、上記した実施の形態において示した各部の形状及び数値は、何れも本発明を実施するに際して行う具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

以上に記載したところから明らかなように、本発明(1)のズームレンズは、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、第1レンズ群と第3レンズ群は固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うズームレンズにおいて、上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、  
25 像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構成され、 $f_1$ :第1レン



- ズ群の焦点距離、 $h_{1-i}$ ：第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの物体側から第*i*面における近軸光線高、 $d_{1-i}$ ：第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔、 $n_{1-i}$ ：第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率、 $H_1'$ ：第1レンズ群の最も像側
- 5 側の面の頂点から第1レンズ群の像側の主点までの間隔（－は物体側、＋は像側）として、（1） $1.25 < h_{1-1}/h_{1-4} < 1.55$ 、  
（2） $d_{1-2}/d_{1-3} < 0.4$ 、（3） $1.65 < n_{1-2}$ 、（4） $0.1 < H_1'/f_1 < 0.6$ の各条件式を満足するようにしたことを特徴とする。
- 10 従って、本発明ズームレンズにあっては、諸収差の補正が可能になると共に、広角化と前玉径の小型化を両立させることができる。例えば、ズーム比がほぼ10倍で、広角端の画角が76度を超え、広角端のFナンバーがF1.7～F1.8程度の性能において、前玉径が対角線寸法の5倍～7倍程度と極めて小型にすることが可能である。
- 15 本発明（2）にあっては、第2レンズ群は物体側より順に配列された、像側に強い凹面を向けた凹メニスカスレンズ、両凹レンズと凸レンズとの接合レンズの3枚のレンズで構成され、 $n_{2-1}$ ：第2レンズ群の凹メニスカスレンズの*d*線における屈折率、 $n_{2-2}$ ：第2レンズ群の両凹レンズの*d*線における屈折率として、（5） $1.8 < (n_{2-1} + n_{2-2})$
- 20  $/2$ の条件式を満足するように構成されたので、ペッツパール和が小さくなりすぎるのを防ぐことでペッツパール和を最適化することが出来て、像面湾曲の補正が容易になり、良好な画像を得ることが出来る。
- 本発明（3）及び（4）にあっては、第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に
- 25 配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズと像側の面が非球面である両凸レンズとの接合レンズから成り、 $f_3$ ：第3レンズ群の焦

点距離、 $f_4$ ：第4レンズ群の焦点距離、 $r_{3-2}$ ：第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径、 $r_{4-1}$ ：第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径、 $r_{4-2}$ ：第4レンズ群の接合面の曲率半径、 $r_{4-3}$ ：第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径として、(6)  
5  $-0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$ 、(7)  $-1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$ 、(8)  $0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$ の各条件式を満足するようにしたので、コマ収差や球面収差及び像面湾曲がバランス良く補正され、さらに、第3レンズ群や第4レンズ群における各レンズ間及びレンズ群間の偏心が画質に影響する敏感度を緩やかにして、安定した性能  
10 での量産が可能になる。

本発明(5)及び(6)にあつては、第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の  
15 面が非球面であり、 $h_{3-i}$ ：広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第3レンズ群の物体側から*i*番目の面における近軸光線高、 $f_3$ ：第3レンズ群の焦点距離、 $f_{3-1}$ ：第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離として、(9)  $0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$ 、(10)  $0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1$ の各条件式を満足するよ  
20 うにしたので、各種収差を良好に補正しながら、全長を短縮化して小型化に寄与する。

本発明(7)及び(8)にあつては、第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズと凹レンズと凸レンズとの  
25 接合レンズから成ると共に少なくとも最も物体側の面が非球面とされ、 $n_{4-2}$ を第4レンズ群の凹レンズの*d*線における屈折率、 $f_3$ を第3レ

レンズ群の焦点距離、 $f_4$  を第 4 レンズ群の焦点距離として、 $(11)$   
 $n_{4-2} > 1.8$ 、 $(12) 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$  の各条件式を満足  
するようにしたので、第 4 レンズ群が移動することによる色収差及び球  
面収差の色による曲がりの変動を抑え、ペッツバール和をプラス側に補  
5 正することで像面湾曲の効果的な補正が可能になると共に、球面収差の  
変動を抑え、性能の劣化を招くこと無しにズームレンズ全系の小型化を  
することが出来、加えて、第 4 レンズ群の製造公差による性能の劣化を  
緩和することが出来る。

本発明 (9) 及び (10) にあっては、第 3 レンズ群は物体側より順  
10 に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に  
強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に 1 の面が非球  
面であり、第 4 レンズ群は両凸レンズと像側に凸面を有する凹レンズと  
の接合レンズから成り少なくとも 1 の面が非球面であり、 $h_{3-i}$  を広角  
端において第 1 レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第  
15 3 レンズ群の物体側から  $i$  番目の面における近軸光線高、 $f_3$  を第 3 レ  
ンズ群の焦点距離、 $f_{3-1}$  を第 3 レンズ群の凸単レンズの焦点距離、 $n_{4-2}$   
を第 4 レンズ群の凹レンズの  $d$  線における屈折率として、 $(9) 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$ 、 $(11) n_{4-2} > 1.8$ 、 $(13) 0.7$   
 $5 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$  の各条件式を満足するようにしたので、各種  
20 収差を良好に補正しながら、全長を短縮化して小型化することが出来る。

本発明 (11) の撮像装置は、ズームレンズと、該ズームレンズによ  
って取り込んだ画像を電気的な画像信号に変換する撮像手段と、画像制  
御手段とを備え、上記画像制御手段は、上記ズームレンズによる変倍率  
に応じて予め用意されている変換座標係数を参照しながら、上記撮像手  
25 段によって形成された画像信号によって規定される画像上の点を移動さ  
せて座標変換した新たな画像信号を形成し、該新たな画像信号を出力す

るように構成され、上記ズームレンズは、物体側より順に配列された、  
 正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群  
 と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レン  
 5 ズ群とから成り、第1レンズ群と第3レンズ群は固定で、第2レンズ群  
 を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移  
 動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うように構成され、  
 上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い  
 凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズと  
 の接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構  
 10 成され、 $f_1$ ：第1レンズ群の焦点距離、 $h_{1-i}$ ：第1レンズ群に光軸  
 に平行な近軸光線を入射させたときの物体側から第*i*面における近軸光  
 線高、 $d_{1-i}$ ：第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔、  
 $n_{1-i}$ ：第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率、 $H$   
 $l'$ ：第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側の主  
 15 点までの間隔（－は物体側、＋は像側）として、（1） $1.25 < h_{1-1}/h_{1-4} < 1.55$ 、（2） $d_{1-2}/d_{1-3} < 0.4$ 、（3） $1.65 < n_{1-2}$ 、（4） $0.1 < Hl'/f_1 < 0.6$ の各条件式を満足する  
 ようにしたことを特徴とする。

従って、本発明（11）の撮像装置にあっては、広角端で負の歪曲収  
 20 差、望遠端で正の歪曲収差を積極的に大きく発生させることにより、歪  
 曲収差補正後の画角変化を、近軸焦点距離の変化に対して十分に大きく  
 して、必要なズーム比に対して小型化が可能になる。

本発明（12）にあっては、本発明（2）のズームレンズを使用する  
 ことによって、ペッツバル和が小さくなりすぎるのを防ぐことができ、  
 25 像面湾曲の補正が容易になる。

本発明（１３）及び（１４）にあつては、本発明（３）及び（４）のズームレンズを使用することによって、コマ収差や球面収差及び像面湾曲がバランス良く補正され、さらに、第３レンズ群や第４レンズ群における各レンズ間及びレンズ群間の偏心が画質に影響する敏感度を緩やかにして、安定した性能での量産が可能になる。

本発明（１５）及び（１６）にあつては、本発明（５）及び（６）のズームレンズを使用することによって、各種収差を良好に補正しながら、全長を短縮化して小型化に寄与する。

本発明（１７）及び（１８）にあつては、本発明（７）及び（８）のズームレンズを使用することによって、第４レンズ群が移動することによる色収差及び球面収差の色による曲がりの変動を抑え、ペッツバール和をプラス側に補正することで像面湾曲の効果的な補正が可能になると共に、球面収差の変動を抑え、性能の劣化を招くこと無しにズームレンズ全系の小型化をすることが出来、加えて、第４レンズ群の製造公差による性能の劣化を緩和することが出来る。

本発明（１９）及び（２０）にあつては、本発明（９）及び（１０）のズームレンズを使用することによって、各種収差を良好に補正しながら、全長を短縮化して小型化をすることが出来る。

## 請求の範囲

1. 物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、第1レンズ群と第3  
5 レンズ群は固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うズームレンズにおいて、

上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで  
10 構成され、以下の各条件式(1)、(2)、(3)および(4)を満足することを特徴とするズームレンズ。

- (1)  $1.25 < h_{1-1} / h_{1-4} < 1.55$   
 (2)  $d_{1-2} / d_{1-3} < 0.4$   
 (3)  $1.65 < n_{1-2}$   
 (4)  $0.1 < H_{1'} / f_1 < 0.6$   
 15

但し、

- $f_1$  : 第1レンズ群の焦点距離  
 $h_{1-i}$  : 第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたとき、物体側から第*i*面における近軸光線高  
 $d_{1-i}$  : 第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔  
 $n_{1-i}$  : 第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率  
 $H_{1'}$  : 第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群  
 20 の像側の主点までの間隔(−は物体側、+は像側)  
 25

2. 請求の範囲第1項に記載のズームレンズにおいて、第2レンズ群は物体側より順に配列された、像側に強い凹面を向けた凹メニスカスレンズ、両凹レンズと凸レンズとの接合レンズの3枚のレンズで構成され、以下の条件式(5)を満足することを特徴とするズームレンズ。

5      (5)    1.  $8 < (n_{2-1} + n_{2-2}) / 2$

但し、

$n_{2-1}$  : 第2レンズ群の凹メニスカスレンズのd線における屈折率

$n_{2-2}$  : 第2レンズ群の両凹レンズのd線における屈折率

3. 請求の範囲第1項に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群  
10 は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズと像側の面が非球面である両凸レンズとの接合レンズから成り、以下の各条件式(6)、(7)及び(8)を満足することを特徴とするズームレンズ。

15      (6)     $-0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$

(7)     $-1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$

(8)     $0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$

但し、

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

20       $f_4$  : 第4レンズ群の焦点距離

$r_{3-2}$  : 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

$r_{4-1}$  : 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

$r_{4-2}$  : 第4レンズ群の接合面の曲率半径

25       $r_{4-3}$  : 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

4. 請求の範囲第2項に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズと像側の面が非球面である両凸レンズとの接合レンズから成り、以下の
- 5 各条件式(6)、(7)及び(8)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(6) \quad -0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$$

$$(7) \quad -1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$$

$$(8) \quad 0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$$

10 但し、

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第4レンズ群の焦点距離

$r_{3-2}$  : 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

$r_{4-1}$  : 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

15

$r_{4-2}$  : 第4レンズ群の接合面の曲率半径

$r_{4-3}$  : 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

5. 請求の範囲第1項に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸
- 20 レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)及び(10)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

25  $(10) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1$

但し、



$h_{3-i}$  : 広角端において第 1 レンズ群に光軸に平行な近軸光線  
を入射させたときの、第 3 レンズ群の物体側から  $i$  番  
目の面における近軸光線高

$f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離

5  $f_{3-1}$  : 第 3 レンズ群の凸単レンズの焦点距離

6. 請求の範囲第 2 項に記載のズームレンズにおいて、第 3 レンズ群  
は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸  
レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共  
に少なくとも 1 の面が非球面であり、第 4 レンズ群は凸単レンズから成  
10 り少なくとも 1 の面が非球面であり、以下の各条件式 (9) 及び (1  
0) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(10) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1$$

但し、

15  $h_{3-i}$  : 広角端において第 1 レンズ群に光軸に平行な近軸光線  
を入射させたときの、第 3 レンズ群の物体側から  $i$  番  
目の面における近軸光線高

$f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$  : 第 3 レンズ群の凸単レンズの焦点距離

20 7. 請求の範囲第 1 項に記載のズームレンズにおいて、第 3 レンズ群  
は凸単レンズから成り少なくとも 1 の面が非球面であり、第 4 レンズ群  
は物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズと凹レン  
ズと凸レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも最も物体側の面  
が非球面とされ、以下の各条件式 (11) 及び (12) を満足すること  
25 を特徴とするズームレンズ。

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(12) \quad 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$$

但し、

$n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

5  $f_4$  : 第4レンズ群の焦点距離

8. 請求の範囲第2項に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズと凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも最も物体側の面  
10 が非球面とされ、以下の各条件式(11)及び(12)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(12) \quad 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$$

但し、

15  $n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第4レンズ群の焦点距離

9. 請求の範囲第1項に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸  
20 レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は両凸レンズと像側に凸面を有する凹レンズとの接合レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)、(11)及び(13)を満足することを特徴とするズームレンズ。

25  $(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(13) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$$

但し、

$h_{3-i}$  : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第3レンズ群の物体側から  $i$  番目の面における近軸光線高

5

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$  : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

$n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズの  $d$  線における屈折率

10 請求の範囲第2項に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は両凸レンズと像側に凸面を有する凹レンズとの接合レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)、(11)及び(13)を満足する

15 ことを特徴とするズームレンズ。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(13) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$$

但し、

20  $h_{3-i}$  : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第3レンズ群の物体側から  $i$  番目の面における近軸光線高

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$  : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

25  $n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズの  $d$  線における屈折率

11. ズームレンズと、該ズームレンズによって取り込んだ画像を電気的な画像信号に変換する撮像手段と、画像制御手段とを備え、

上記画像制御手段は、上記ズームレンズによる変倍率に応じて予め用意されている変換座標係数を参照しながら、上記撮像手段によって形成された画像信号によって規定される画像上の点を移動させて座標変換した新たな画像信号を形成し、該新たな画像信号を出力するように構成され、

上記ズームレンズは、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、第1レンズ群と第3レンズ群は固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うように構成され、

上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構成され、以下の各条件式(1)、(2)、(3)および(4)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$\begin{aligned} (1) \quad & 1.25 < h_{1-1} / h_{1-4} < 1.55 \\ (2) \quad & d_{1-2} / d_{1-3} < 0.4 \\ (3) \quad & 1.65 < n_{1-2} \\ (4) \quad & 0.1 < H_{1'} / f_1 < 0.6 \end{aligned}$$

但し、

$f_1$  : 第1レンズ群の焦点距離  
 $h_{1-i}$  : 第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、物体側から第*i*面における近軸光線高

$d_{1-i}$  : 第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔

$n_{1-i}$  : 第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率

$H_{1'}$  : 第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側までの主点の間隔（-は物体側、+は像側）

5 12. 請求の範囲第11項に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第2レンズ群は物体側より順に配列された、像側に強い凹面を向けた凹メニスカスレンズ、両凹レンズと凸レンズとの接合レンズの3枚のレンズで構成され、以下の条件式（5）を満足することを特徴とする撮像装置。

10 (5)  $1.8 < (n_{2-1} + n_{2-2}) / 2$

但し、

$n_{2-1}$  : 第2レンズ群の凹メニスカスレンズの*d*線における屈折率

$n_{2-2}$  : 第2レンズ群の両凹レンズの*d*線における屈折率

15 13. 請求の範囲第11項に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズと像側の面が非球面である両凸レンズとの接合レンズから成り、以下の各条件式（6）、（7）及び（8）

20 を満足することを特徴とする撮像装置。

(6)  $-0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$

(7)  $-1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$

(8)  $0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$

但し、

25  $f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第4レンズ群の焦点距離

$r_{3-2}$  : 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

$r_{4-1}$  : 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

$r_{4-2}$  : 第4レンズ群の接合面の曲率半径

5  $r_{4-3}$  : 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

14. 請求の範囲第12項に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズと像側の面が非球面である両凸レンズとの接合レンズから成り、以下の各条件式(6)、(7)及び(8)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(6) \quad -0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$$

$$(7) \quad -1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$$

$$(8) \quad 0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$$

15 但し、

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第4レンズ群の焦点距離

$r_{3-2}$  : 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

$r_{4-1}$  : 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

$r_{4-2}$  : 第4レンズ群の接合面の曲率半径

$r_{4-3}$  : 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

15. 請求の範囲第11項に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、

第4レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)及び(10)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$5 \quad (10) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1$$

但し、

$h_{3-i}$  : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、第3レンズ群の物体側から*i*番目の面における近軸光線高

10  $f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$  : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

16. 請求の範囲第12項に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、  
15 第4レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)及び(10)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$20 \quad (10) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1$$

但し、

$h_{3-i}$  : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、第3レンズ群の物体側から*i*番目の面における近軸光線高

25  $f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$  : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

17. 請求の範囲第11項に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズと凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成

5 ると共に少なくとも最も物体側の面が非球面とされ、以下の各条件式(11)及び(12)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(12) \quad 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$$

但し、

10  $n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第4レンズ群の焦点距離

18. 請求の範囲第12項に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1  
15 の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズと凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも最も物体側の面が非球面とされ、以下の各条件式

(11) 及び (12) を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

20  $(12) \quad 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$

但し、

$n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第4レンズ群の焦点距離

25 19. 請求の範囲第11項に記載の撮像装置において、



上記ズームレンズの第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は両凸レンズと像側に凸面を有する凹レンズとの接合レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)、

5 (11) 及び(13)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(13) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$$

10 但し、

$h_{3-i}$  : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第3レンズ群の物体側から*i*番目の面における近軸光線高

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

15  $f_{3-1}$  : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

$n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズの*d*線における屈折率

20 請求の範囲第12項に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は両凸レンズと像側に凸面を有する凹レンズとの接合レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)、

20 (11) 及び(13)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

25 (11)  $n_{4-2} > 1.8$

$$(13) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$$

但し、

$h_{3-i}$  : 広角端において第 1 レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第 3 レンズ群の物体側から  $i$  番目の面における近軸光線高

5       $f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$  : 第 3 レンズ群の凸単レンズの焦点距離

$n_{4-2}$  : 第 4 レンズ群の凹レンズの  $d$  線における屈折率

1/17

Fig.1

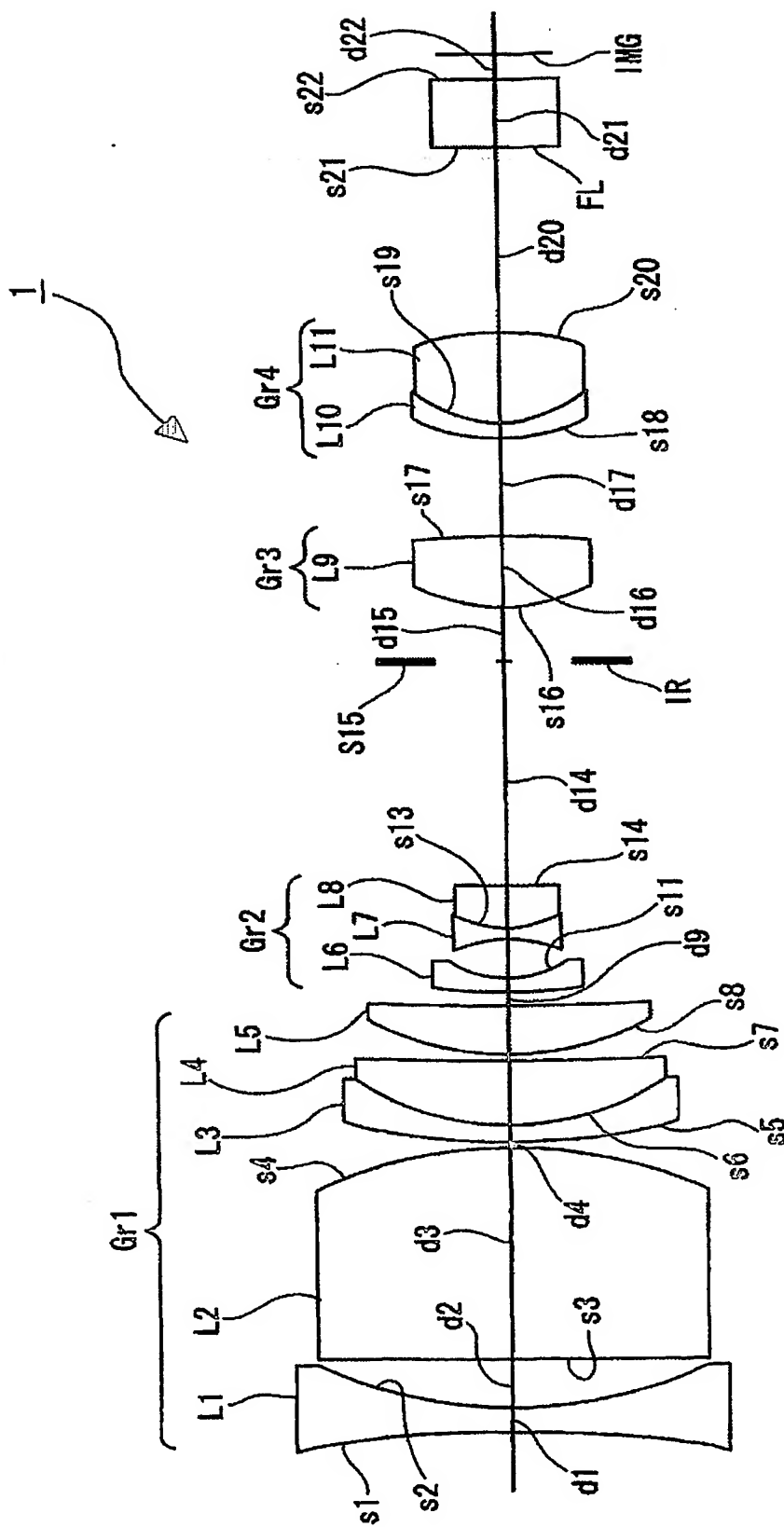


Fig.2

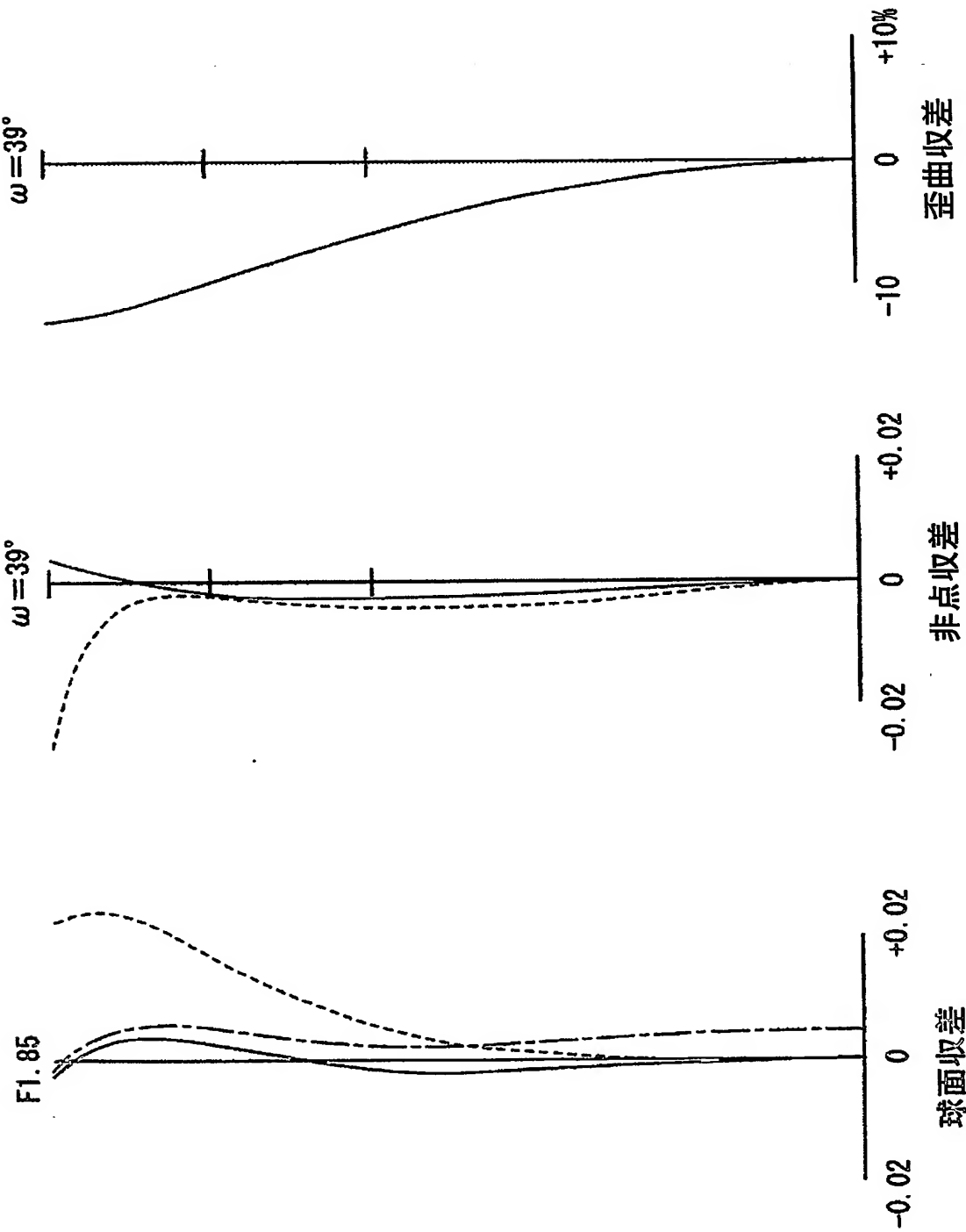
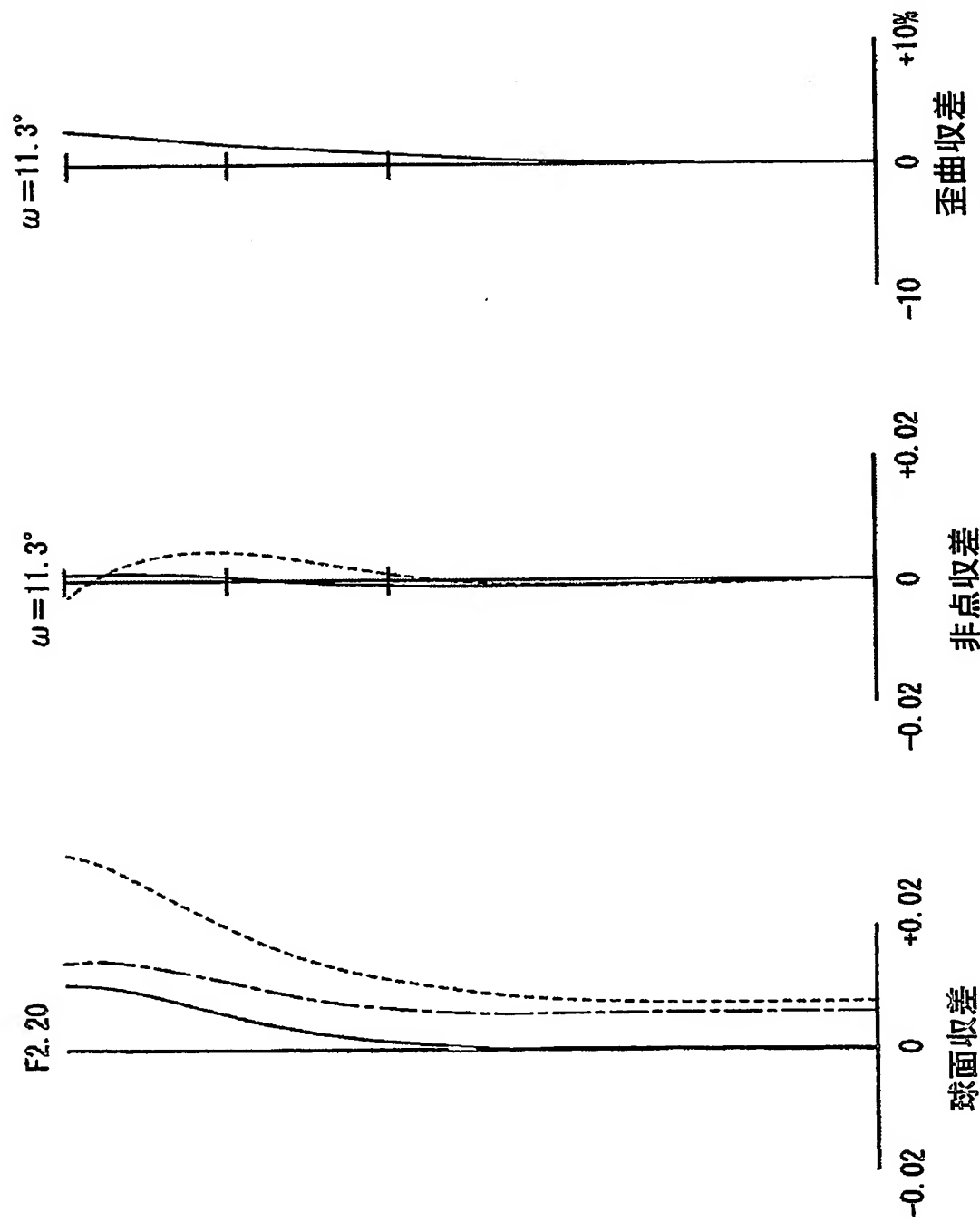
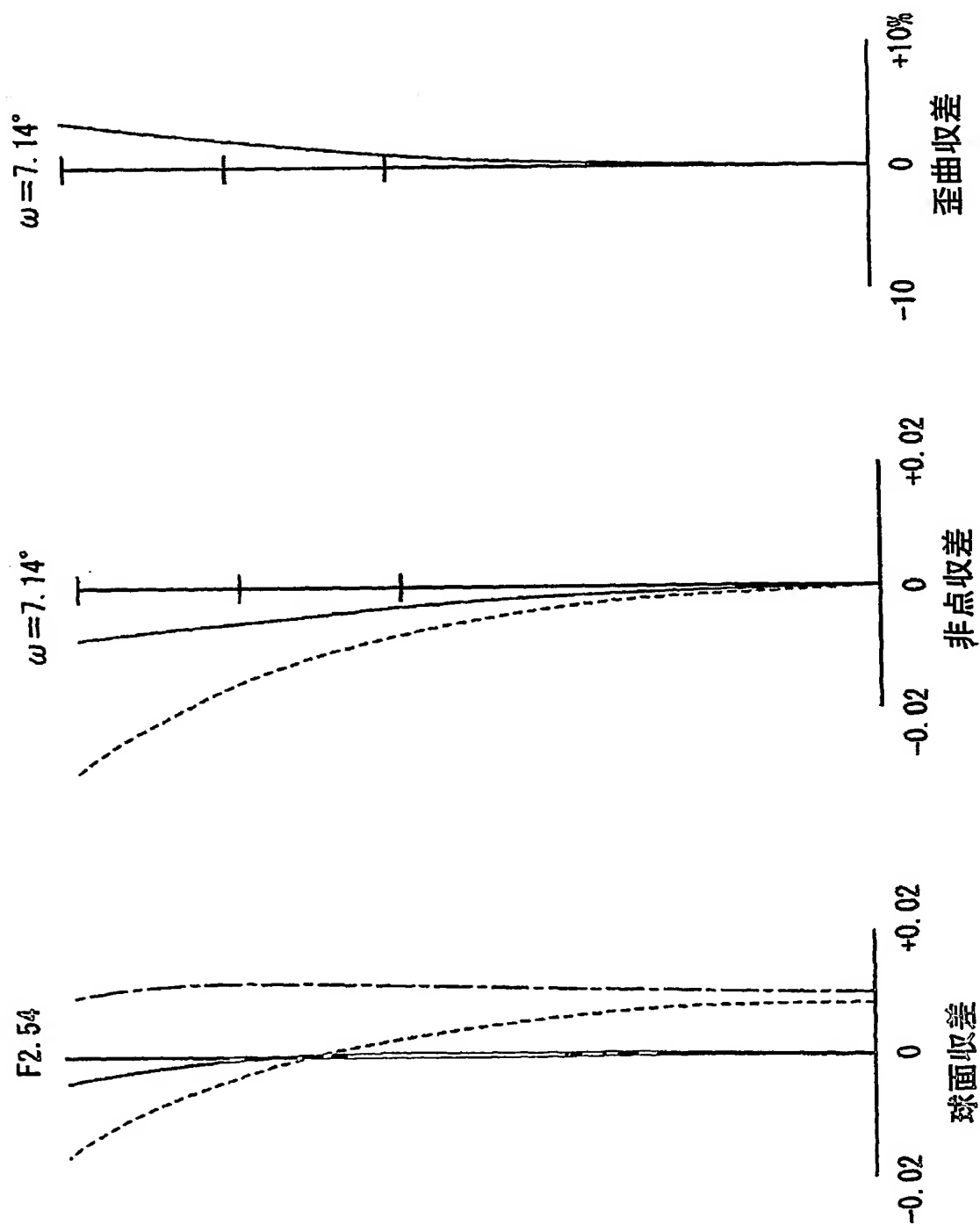


Fig.3



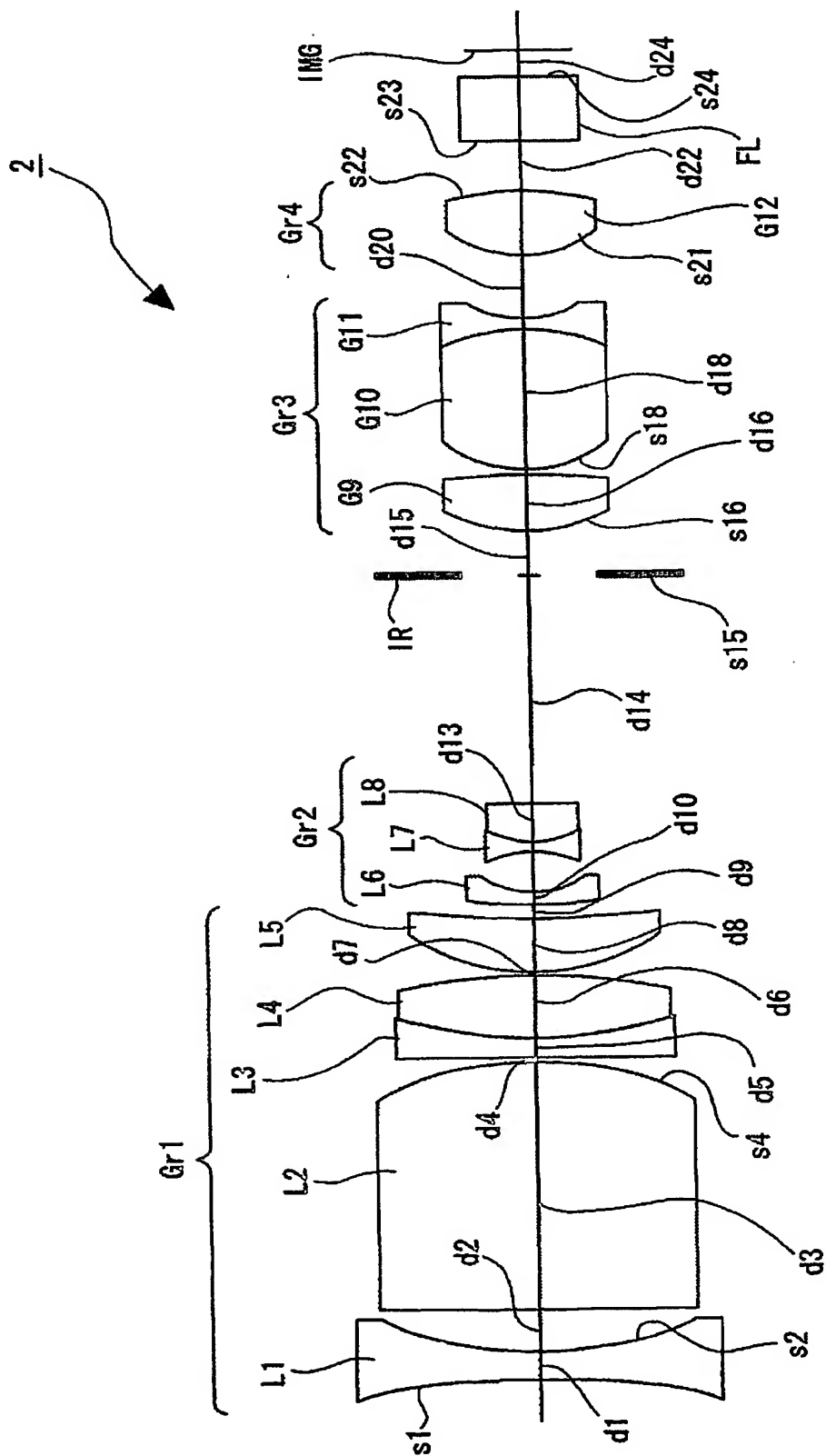
4/17

Fig.4



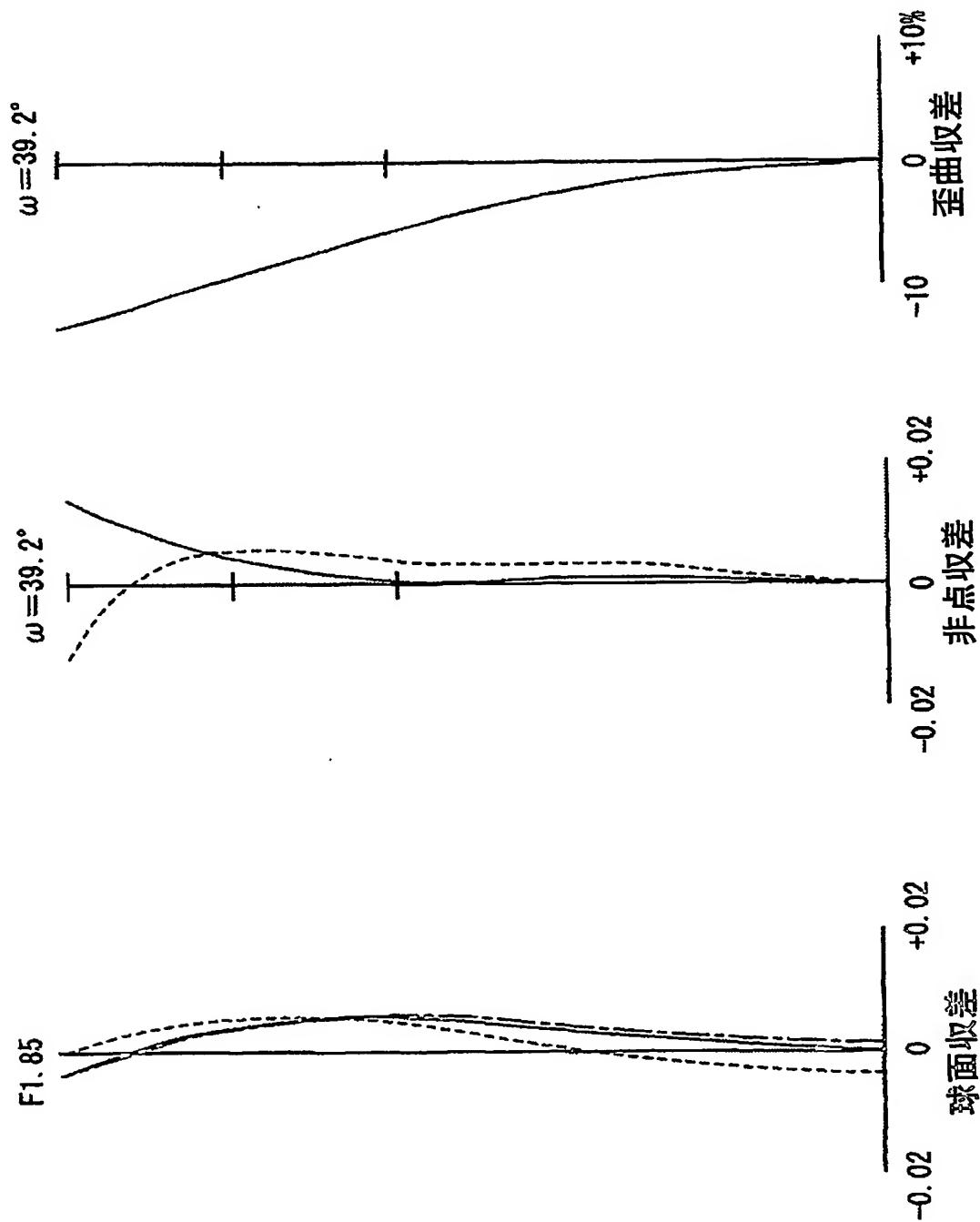
5/17

Fig.5



6/17

Fig.6





7/17

Fig.7

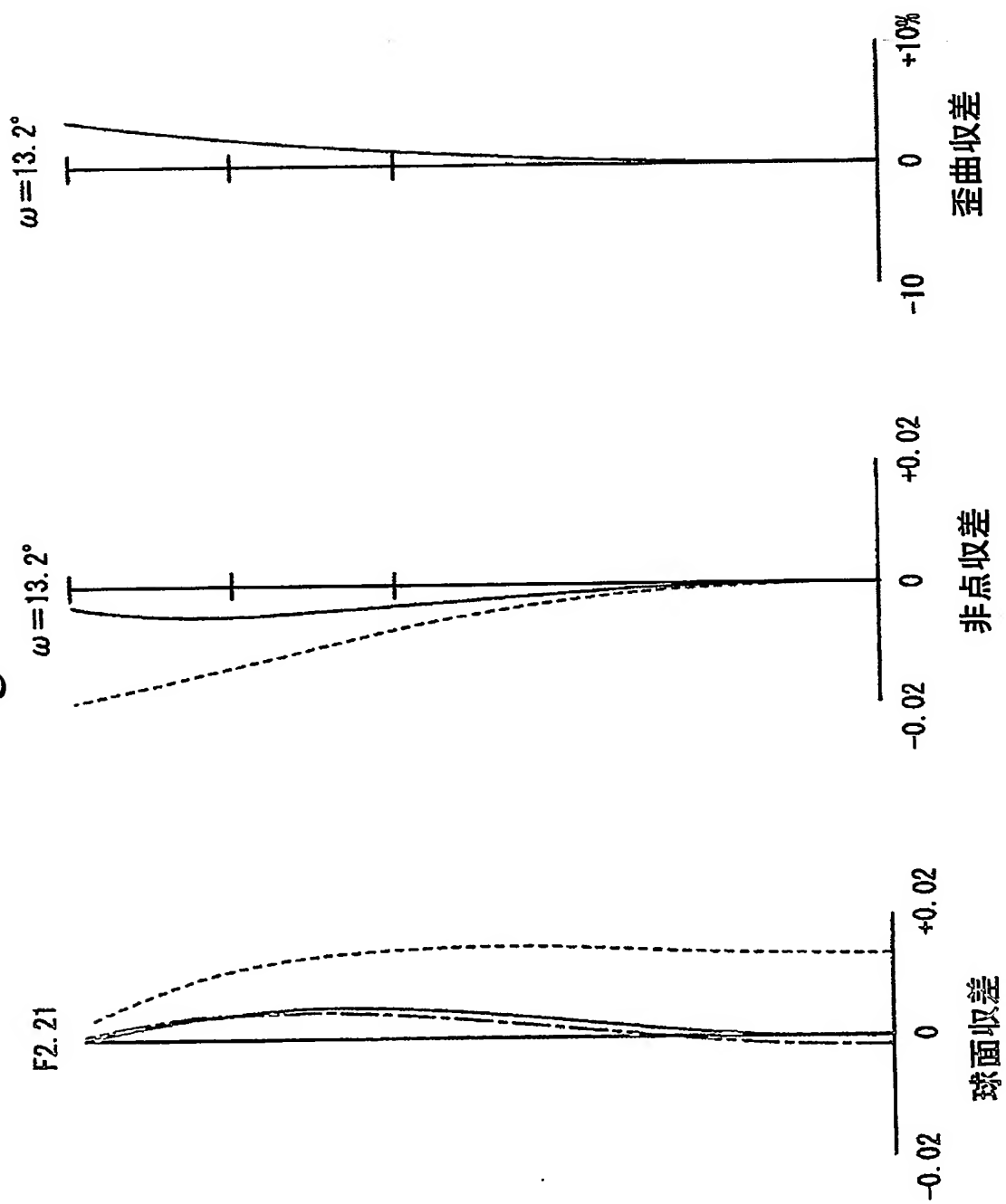
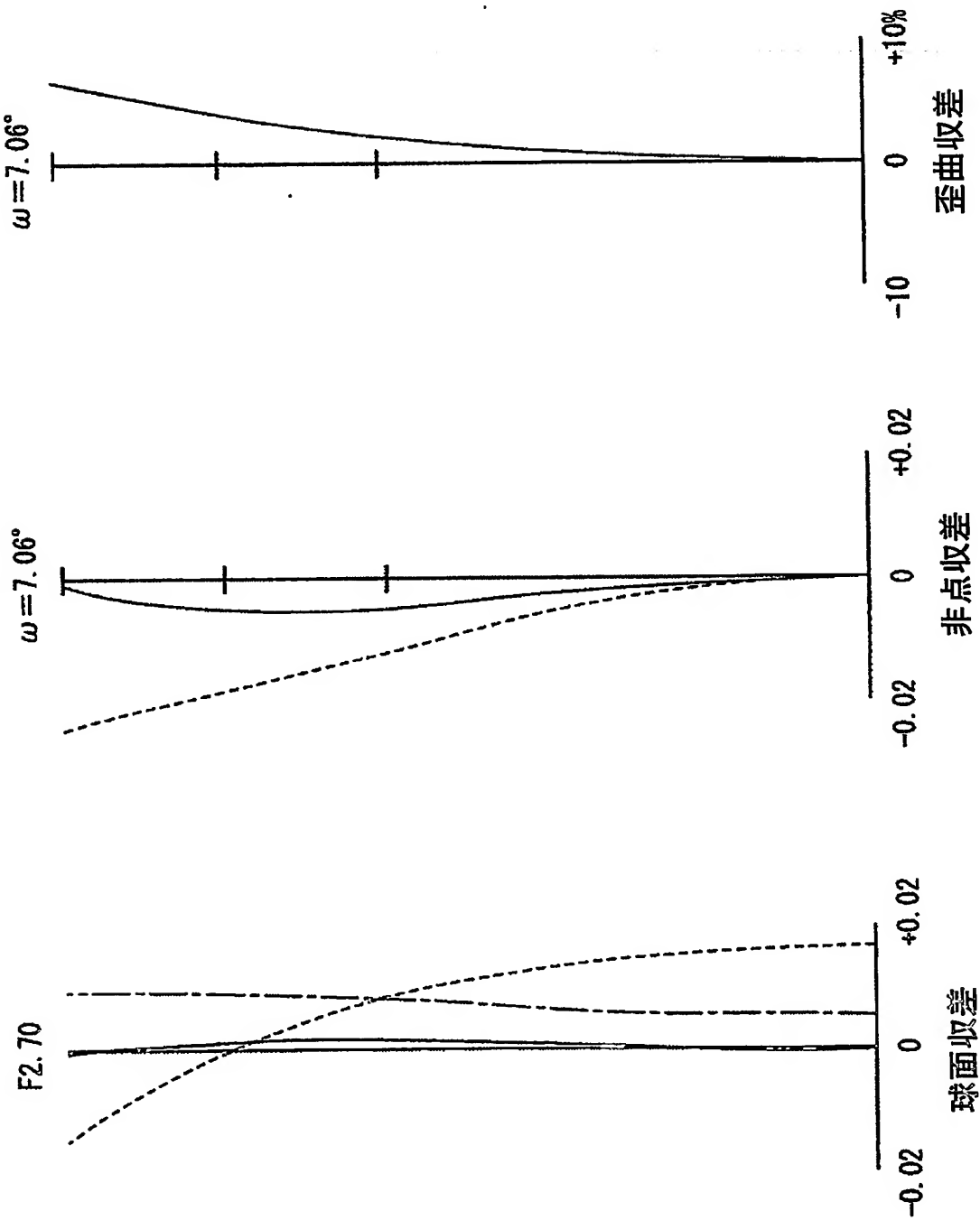
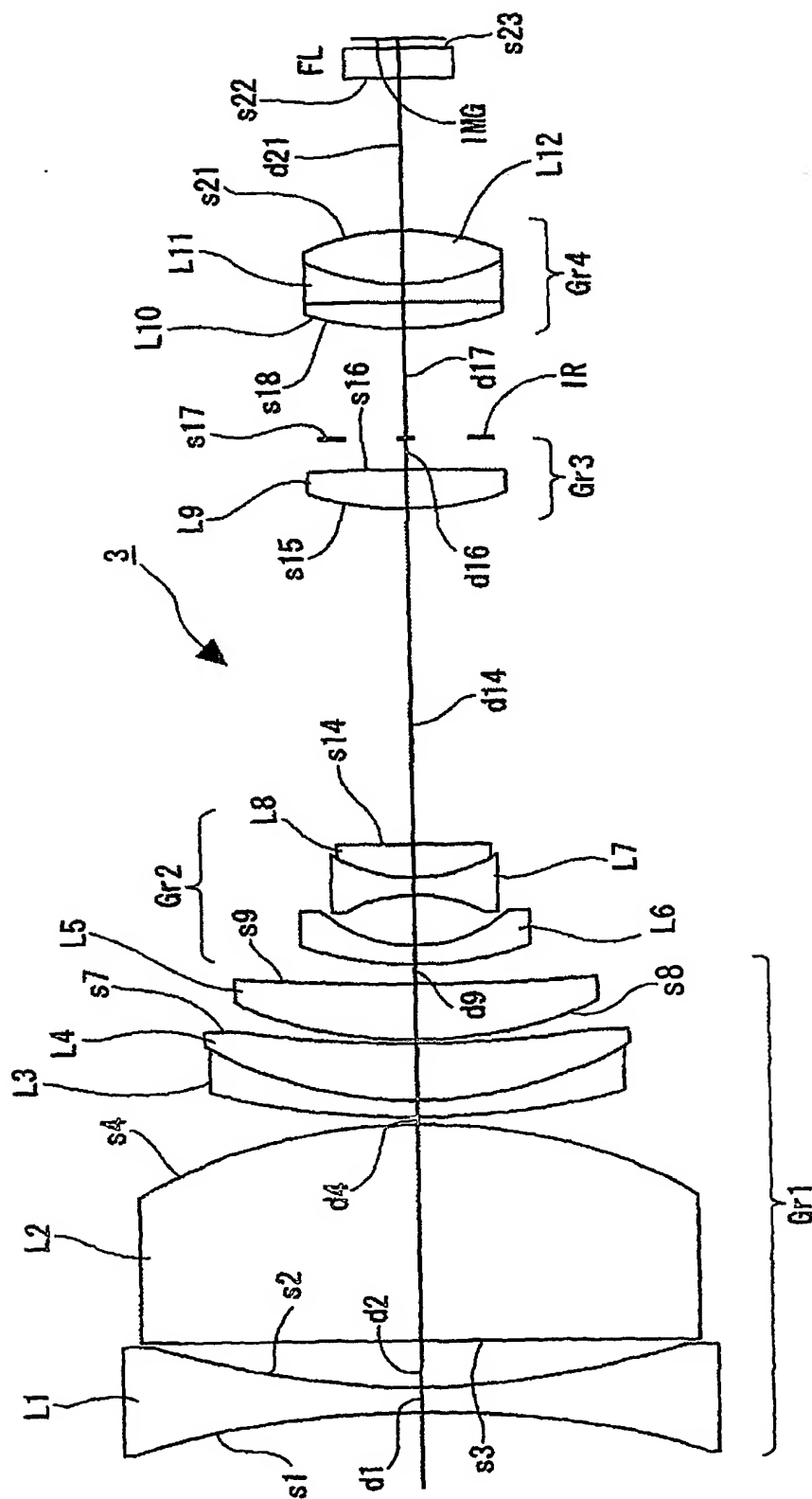


Fig.8



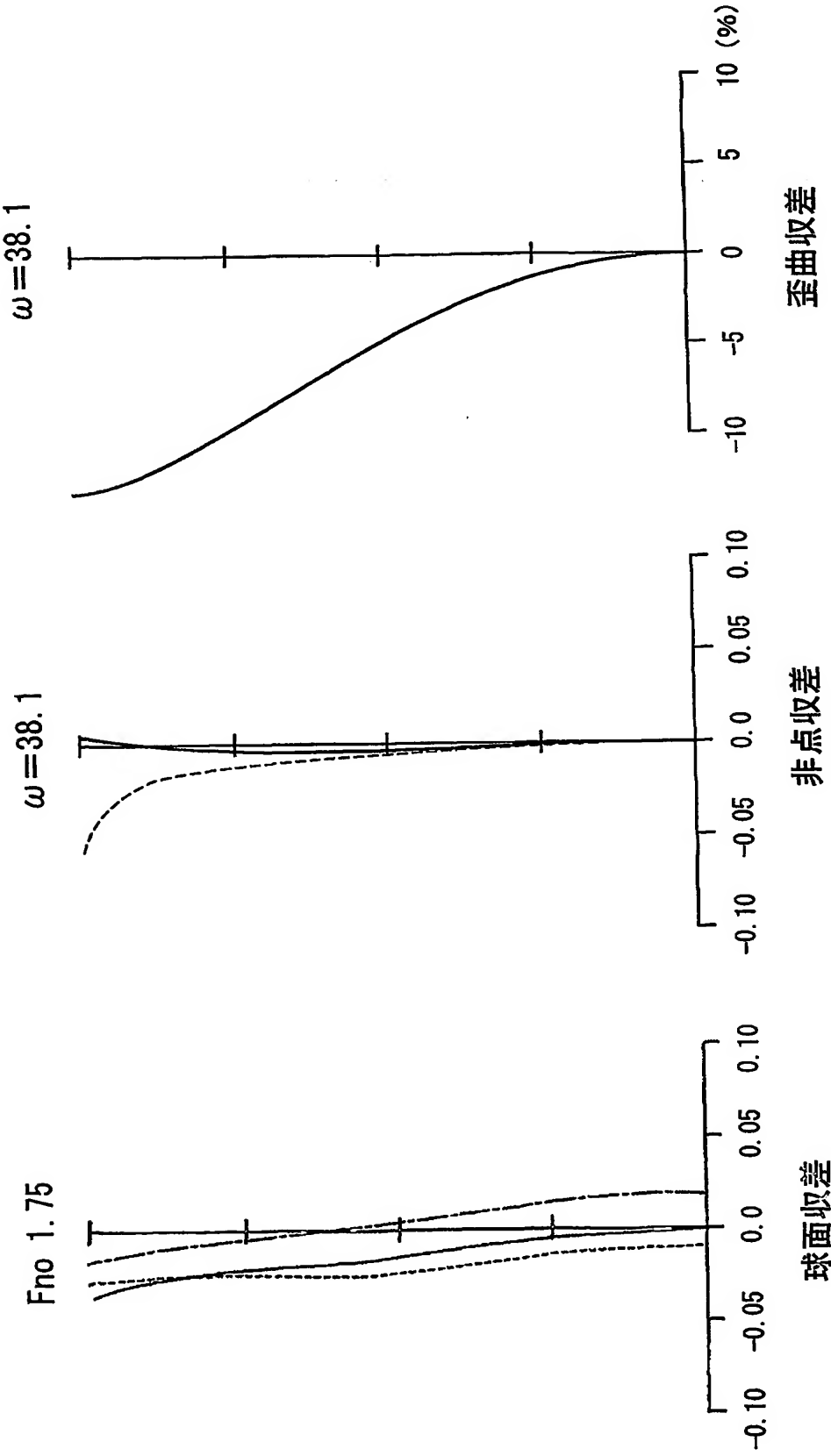
9/17

Fig.9



10/17

Fig.10



11/17

Fig.11

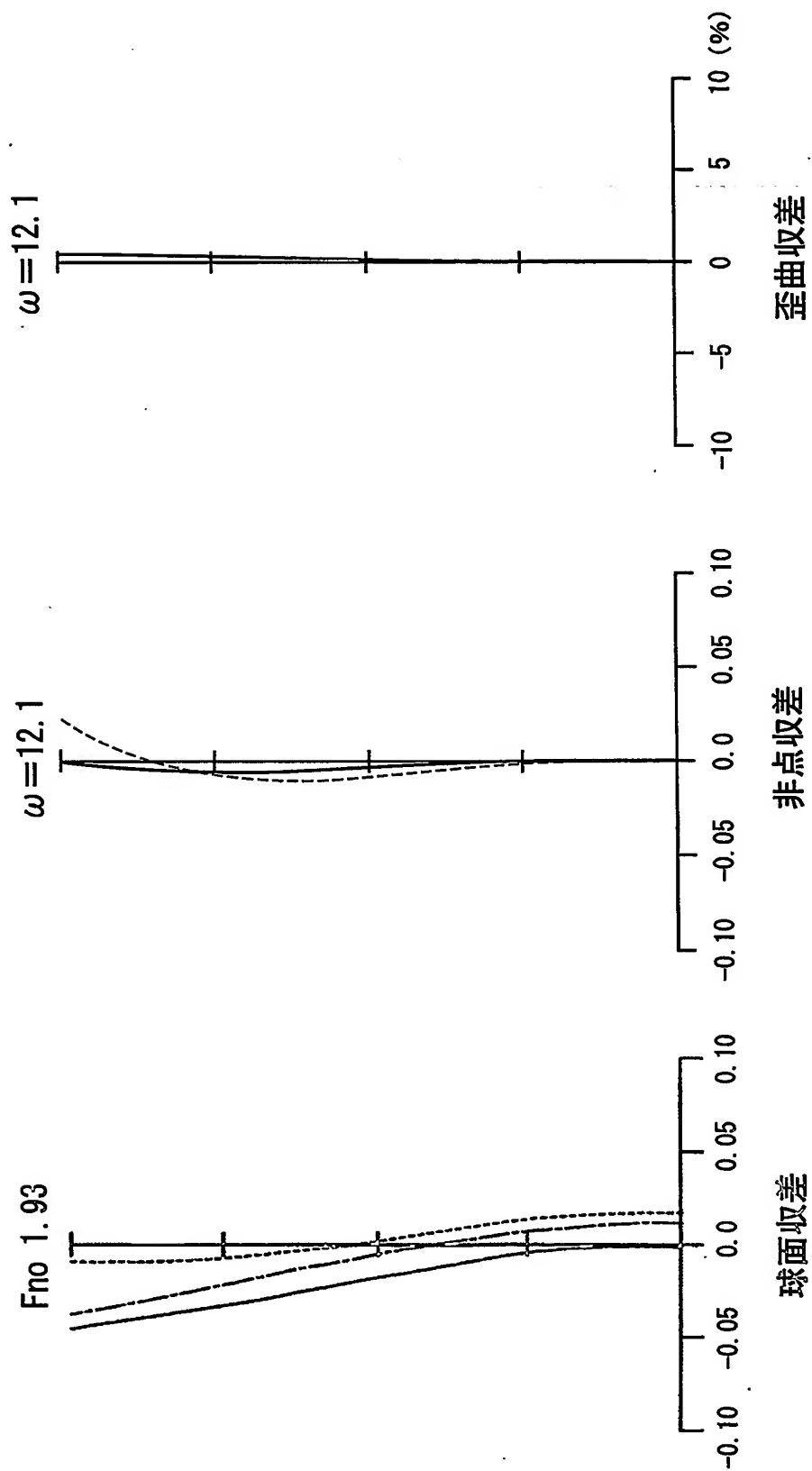


Fig.12

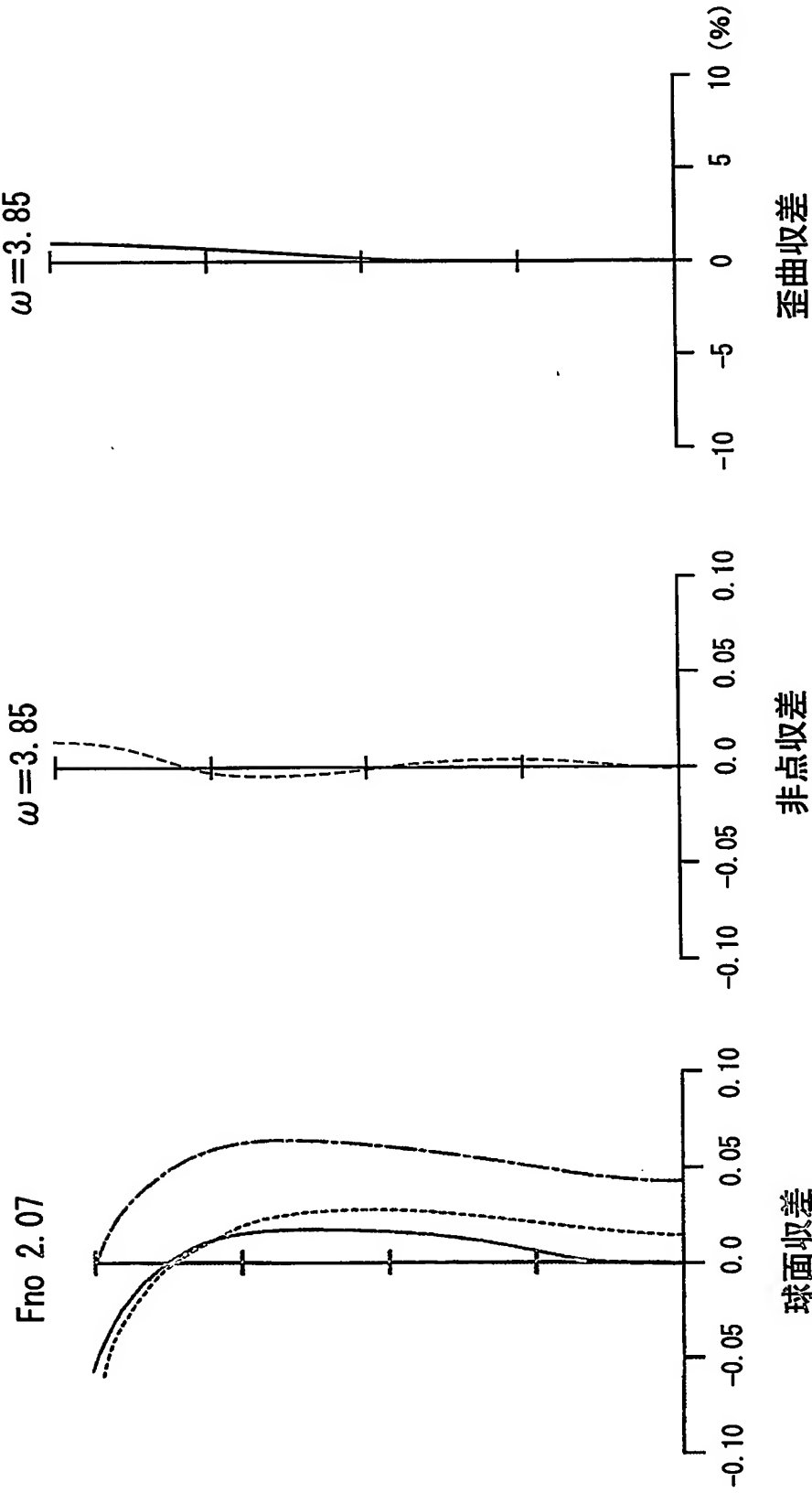
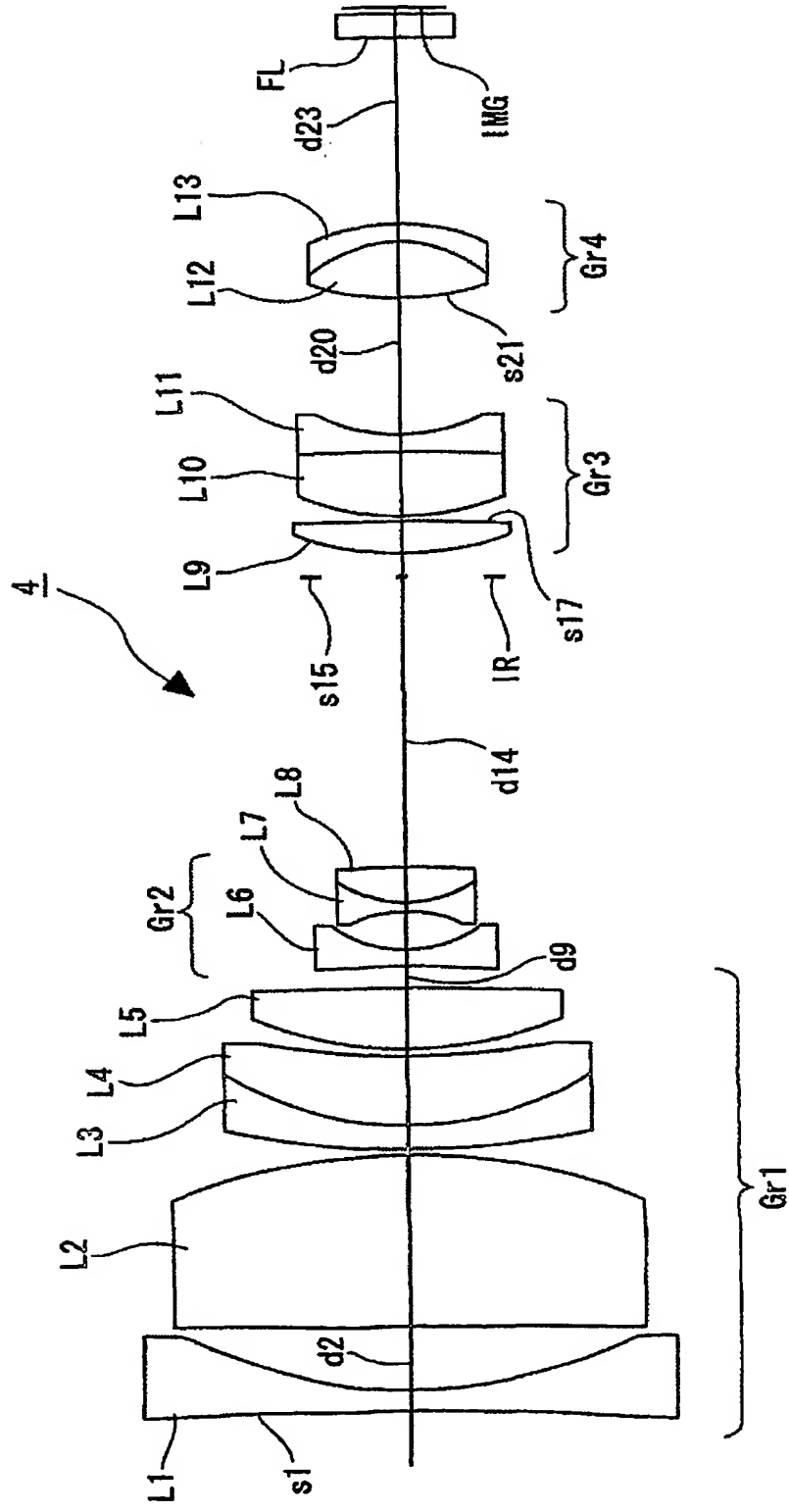
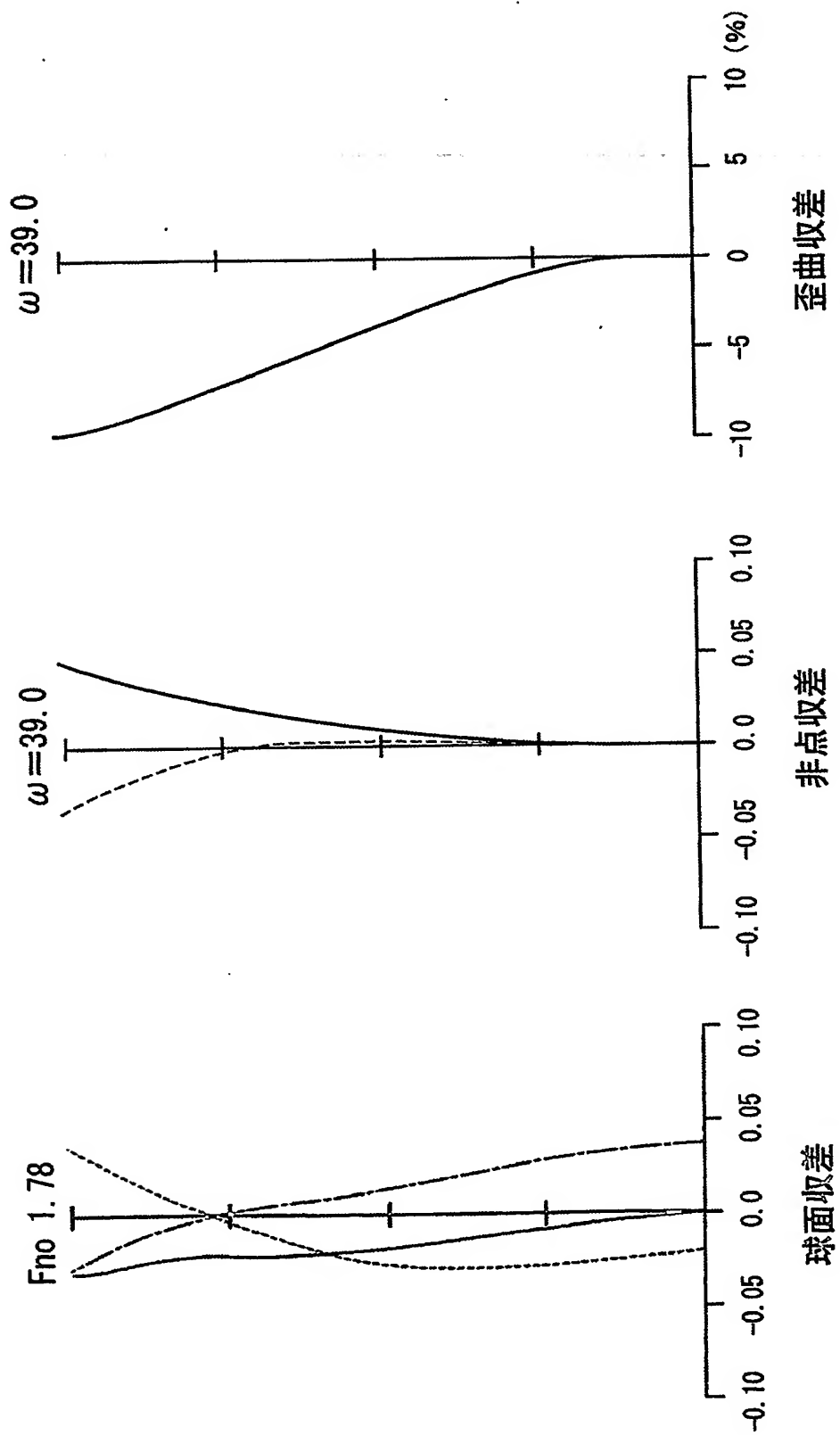


Fig.13



14/17

Fig.14





15/17

Fig.15

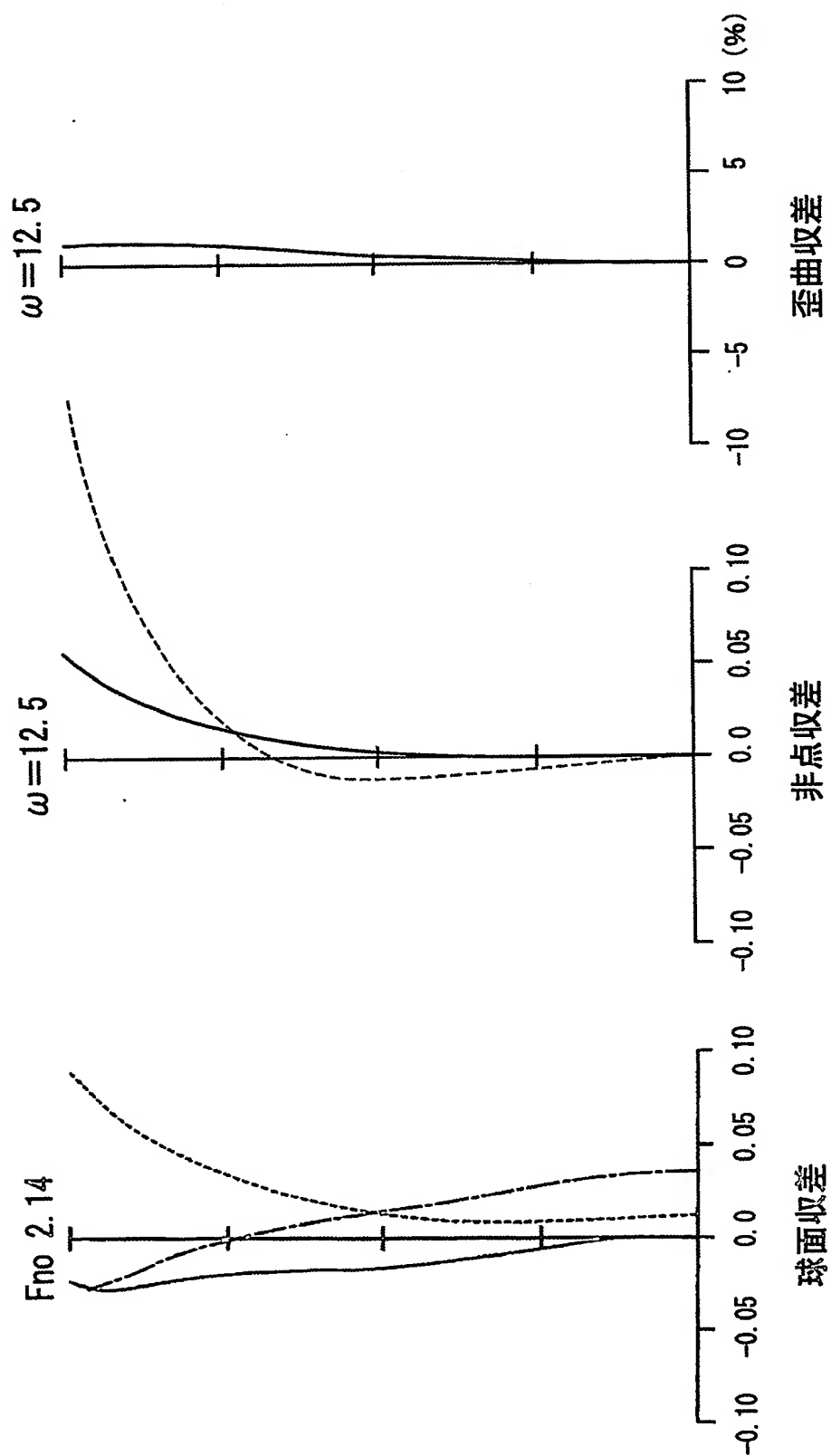
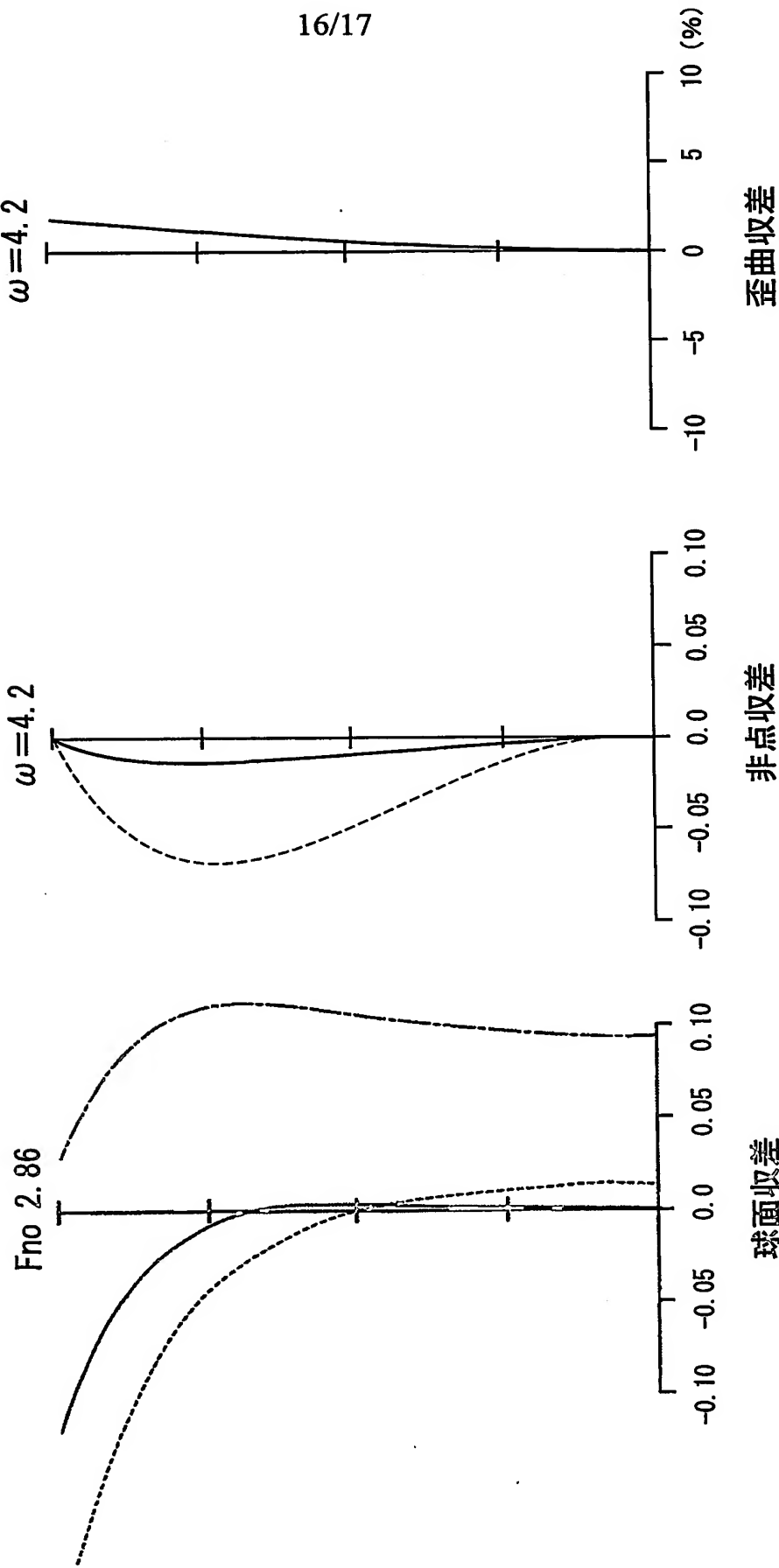
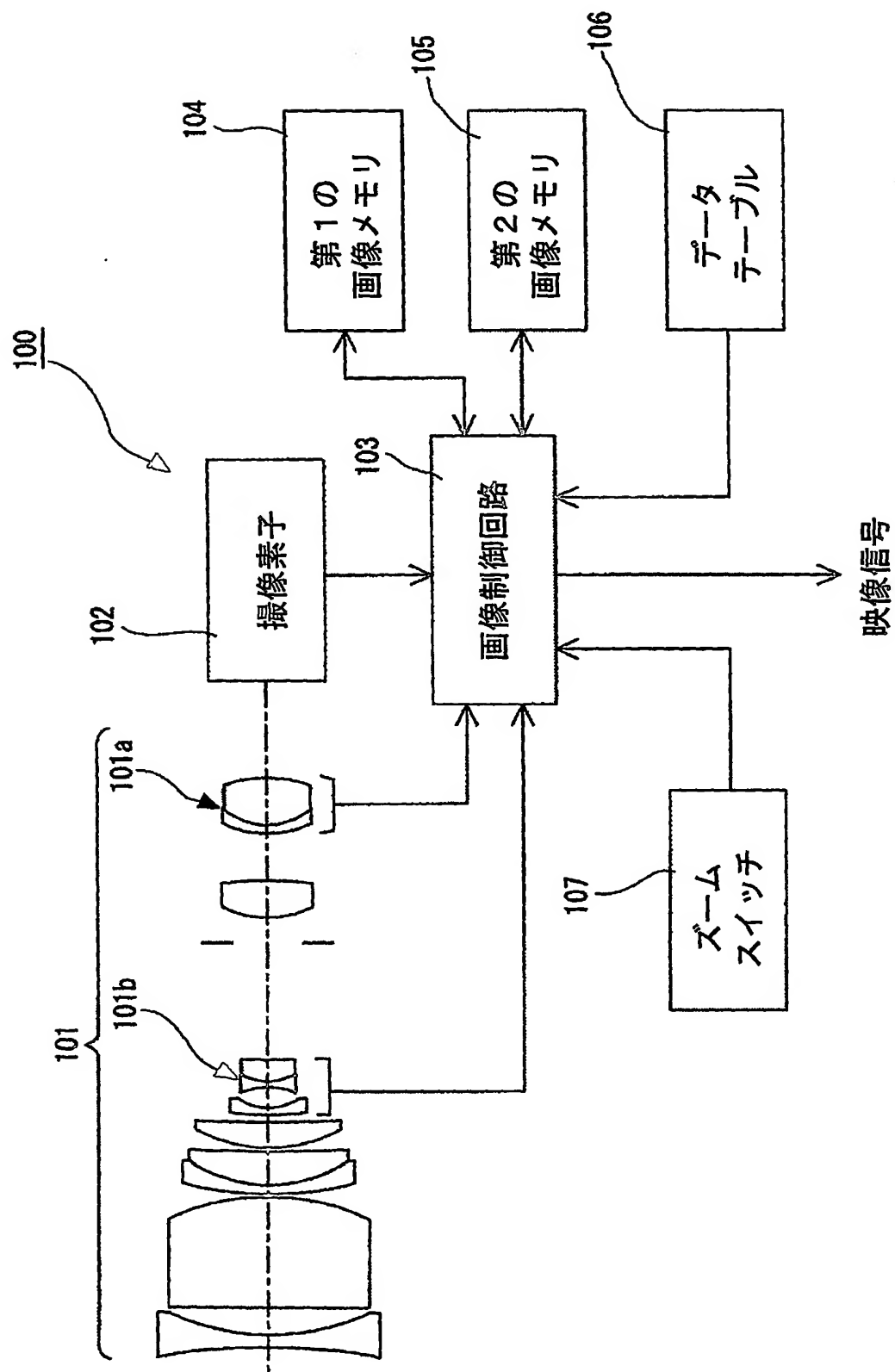


Fig.16



17/17

Fig.17



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15942

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G02B15/16, G02B13/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02B15/16, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4756608 A (ASAHI KOUGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA), 12 July, 1988 (12.07.88), Full text; all drawings & JP 62-73222 A Full text; all drawings	1-20
A	EP 752605 A2 (CANON KABUSHIKI KAISHA), 08 January, 1997 (08.01.97), Full text; all drawings, particularly, Numerical Example 1 & JP 9-5628 A Full text; all drawings & JP 3376171 B2 & US 5737128 A & EP 752605 B1 & DE 69627425 E	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
23 February, 2004 (23.02.04)

Date of mailing of the international search report  
09 March, 2004 (09.03.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15942

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 773460 A2 (Sony Corp.), 14 May, 1997 (14.05.97), Full text; all drawings, particularly, Figs. 9A, 9B & JP 9-133858 A Full text; all drawings & JP 9-138347 A & KR 97028634 A & US 6104432 A & EP 773460 B1 & DE 62626930 E	1-20
A	JP 9-243909 A (Sony Corp.), 19 September, 1997 (19.09.97), Full text; all drawings, particularly, table 1 (Family: none)	1-20
A	JP 8-201694 A (Sony Corp.), 09 August, 1996 (09.08.96), Full text; all drawings, particularly, tables 1, 2 (Family: none)	1-20
A	JP 2-287414 A (Konica Corp.), 27 November, 1990 (27.11.90), Full text; all drawings, particularly, example 1; Fig. 1 (Family: none)	1-20
A	JP 6-181530 A (Canon Inc.), 28 June, 1994 (28.06.94), Full text; all drawings (Family: none)	11-20

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> G02B 15/16, G02B 13/18

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> G02B 15/16, G02B 13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 4756608 A (ASAHI KOUGAKU KOGYO KABUSHIKIKAISHA) 1988.07.1 2、全文、全図 & JP 62-73222 A、全文、全図	1-20
A	EP 752605 A2 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 1997.01.08、全文、全 図、特に Numerical Example 1 & JP 9-5628 A、全文、全図 & JP 3376171 B2 & US 5737128 A & EP 752605 B1 & DE 69627425 E	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.02.2004

国際調査報告の発送日

09.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森内 正明

2V 9222

電話番号 03-3581-1101 内線 3269

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP 773460 A2 (SONY CORPORATION) 1997. 05. 14、全文、全図、特に FIG 9A, FIG 9B & JP 9-133858 A、全文、全図 & JP 9-138347 A & KR 97028634 A & US 6104432 A & EP 773460 B1 & DE 62626930 E	1-20
A	JP 9-243909 A (ソニー株式会社) 1997. 09. 19、全文、全図、特に 【表1】、(ファミリーなし)	1-20
A	JP 8-201694 A (ソニー株式会社) 1996. 08. 09、全文、全図、特に 【表1】、【表2】、(ファミリーなし)	1-20
A	JP 2-287414 A (コニカ株式会社) 1990. 11. 27、全文、全図、特に 第1実施例、図1、(ファミリーなし)	1-20
A	JP 6-181530 A (キヤノン株式会社) 1994. 06. 28、全文、全図 (ファミリーなし)	11-20